

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

ANNÉE 1934

THÈSE

N°

445

POUR

LE DOCTORAT EN MÉDECINE

(Diplôme d'État)

PAR

Maurice-Gustave-Jean RACINE

Né le 1^{er} janvier 1901 à Paris

ASPECTS RADIOLOGIQUES
DE
LA CIRCULATION

ÉTUDE EXPÉRIMENTALE, CLINIQUE
ET THÉRAPEUTIQUE

Président : M. SERGENT, Professeur

PARIS

LIBRAIRIE E. LE FRANÇOIS

91, BOULEVARD ST-GERMAIN, 91

1934

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

ANNÉE 1934

THÈSE

N°

POUR

LE DOCTORAT EN MÉDECINE

(Diplôme d'État)

PAR

Maurice-Gustave-Jean RACINE

Né le 1^{er} janvier 1901 à Paris

ASPECTS RADIOLOGIQUES

DE

LA CIRCULATION

ÉTUDE EXPÉRIMENTALE, CLINIQUE
ET THÉRAPEUTIQUE

Président : M. SERGENT, Professeur

PARIS

LIBRAIRIE E. LE FRANÇOIS

91, BOULEVARD ST-GERMAIN, 91

1934

I. — PROFESSEURS

MM.

Anatomie.....	ROUVIERE.
Anatomie médico-chirurgicale et chirurgie expérimentale.....	PROUST.
Physiologie.....	Léon BINET.
Physique médicale.....	STROHL.
Chimie médicale.....	DESGREZ.
Bactériologie.....	Robert DEBRÉ.
Parasitologie et histoire naturelle médicale.....	BRUMPT.
Pathologie et thérapeutique générales.....	BAUDOUIN.
Pathologie médicale.....	CLERC.
Pathologie chirurgicale.....	CHEVASSU.
Anatomie pathologique.....	ROUSSY.
Histologie.....	CHAMPY.
Pharmacologie et matière médicale.....	TIFFENEAU.
Thérapeutique.....	LÉPER.
Hygiène et médecine préventive.....	TANON.
Médecine légale.....	BALTHAZARD.
Histoire de la médecine et de la chirurgie.....	LAIGNEL-LAVASTINE
Pathologie expérimentale et comparée.....	FIESSINGER.
Hydrologie thérapeutique et climatologie.....	M. VILLARET.
Clinique médicale.....	ACHARD.
	BEZANÇON.
	CARNOT.
	Marcel LABBÉ.
Hygiène et clinique de la première enfance.....	LEREBoullet.
Clinique des maladies des enfants.....	NOBÉCOURT.
Clinique des maladies mentales et des maladies de l'encéphale ..	H. CLAUDE.
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques.....	GOUGEROT.
Clinique des maladies du système nerveux.....	GUILLAIN.
Clinique des maladies infectieuses.....	LEMIERRE
	CUNÉO.
Clinique chirurgicale.....	GOSSET.
	GRÉGOIRE.
	LENORMANT.
Clinique ophtalmologique.....	TERRIEN.
Clinique urologique.....	MARION.
	BRINDEAU.
Clinique d'accouchements.....	COUVELAIRE.
	JEANNIN.
Clinique gynécologique.....	J.-L. FAURE.
Clinique chirurgicale infantile et orthopédie.....	OMBRÉDANNE.
Clinique thérapeutique médicale.....	RATHERY.
Clinique oto-rhino-laryngologique.....	LEMAITRE.
Clinique thérapeutique chirurgicale.....	Pierre DUVAL.
Clinique propédeutique.....	SERGENT.
Clinique de la Tuberculose.....	Léon BERNARD.
Clinique chirurgicale orthopédique de l'adulte.....	MATHIEU.
	HOVELACQUE.
Professeurs sans chaire.....	MULON.
	OLIVIER.
	VERNE.

II. — AGRÉGÉS EN EXERCICE

MM.	MM.
ALAJOUANINE. Neurologie et Psychiâtrie.	LANTUÉJOL .. Obstétrique. . .
BÉNARD (Henri). Pathologie médicale.	LAROCHE (Guy). Pathologie médicale.
BERNARD Étienne. Pathologie médicale.	LEMAIRE .. Pathologie expérimentale.
BOULIN .. Pathologie médicale.	LEVEUF .. Pathologie chirurgicale.
BROCQ .. Pathologie chirurgicale.	M ^{lle} J. LÉVY Pharmacologie.
BULLIARD .. Histologie.	LÉVY-VALENSI . Neurologie et Pyschiâtrie.
CATHALA .. Pathologie médicale.	MOREAU .. Pathologie médicale.
CHABROL .. Pathologie médicale.	MOULONGUET . Pathologie chirurgicale.
CHEVALLIER .. Pathologie médicale.	MOUQUIN .. Pathologie médicale.
DOGNON .. Physique.	OBERLING .. Anatomie pathologique.
DONZELOT Pathologie médicale.	PETIT-DUTAILLIS. Pathologie chirurgicale.
FEY .. Urologie.	PIÉDELIEVRE . Médecine légale.
GALLIARD .. Parasitologie.	PORTES .. Obstétrique.
GASTINEL .. Bactériologie.	QUÉNU .. Pathologie chirurgicale.
GATELIER Pathologie chirurgicale.	RICHET .. Physiologie.
DE GAUDART D'ALLAINES. Pathologie chirurgicale.	SANNIÉ .. Chimie biologique.
GAYET .. Physiologie.	SÉNÈQUE .. Pathologie chirurgicale.
GIROUD .. Histologie.	SÉZARY .. Dermatologie et syphili- graphie.
HAGUENAU Pathologie médicale.	TROISIER .. Pathologie expérimentale.
HALPHEN .. Oto-rhino-laryngologie.	TURPIN .. Pathologie médicale.
HAZARD .. Pharmacologie.	VALLERY-RADOT
HUGUENIN Anatomie pathologique.	(Pasteur) .. Pathologie médicale
JOANNON .. Hygiène.	VELTER .. Ophtalmologie
LABBÉ (Henri) .. Chimie biologique.	VIGNES .. Obstétrique.
LACOMME .. Obstétrique.	WILMOTH .. Pathologie chirurgicale.

III. — AGRÉGÉS RAPPELÉS A L'EXERCICE

pour le service des examens

MM.	MM.
ALGLAVE .. Pathologie chirurgicale.	LEROUX .. Anatomie pathologique.
BUSQUET .. Pharmacologie.	NEVEU-LEMAIRE. Parasitologie.
HAILLEY-BERT. Physiologie.	ZIMMERN .. Physique.

IV. — AGRÉGÉS CHARGÉS DE COURS DE CLINIQUE ANNEXE

à titre permanent.

MM.		MM.
ABRAMI	} Clinique médicale.	GUÉNIOT
AUBERTIN.....		LE LORIER.....
BRULE		LÉVY-SOLAL ...
CHIRAY		METZGER
DUVOIR		
HARVIER.....		
LIAN		
	MM.	
	BASSET	} Clinique chirurgicale.
	CADENAT.....	
	HEITZ-BOYER. .	
	MOCQUOT	
	MOURE	
	SCHWARTZ.....	

V. — CHARGÉS DE COURS

MM.	
CHAILLEY-BERT, agrégé	Éducation physique.
FREY	Stomatologie.
LEDOUX-LEBARD	Radiologie clinique.
WEIL-HALLÉ	Puériculture.

Par délibération en date du 9 décembre 1798, l'Ecole a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.

A MA MÈRE

A MONSIEUR LE PROFESSEUR PAUL BAR

Membre de l'Académie de Médecine

A MONSIEUR LE DOCTEUR LOUIS HOUDARD

Chirurgien de l'Hôpital Lariboisière

A MONSIEUR LE DOCTEUR MAURICE BARIETY

Médecin des Hôpitaux

MEIS ET AMICIS

A MON MAITRE ET PRÉSIDENT DE THÈSE

MONSIEUR LE PROFESSEUR SERGENT

Professeur de clinique à la Faculté de Médecine

Médecin de l'Hôpital Broussais

Membre de l'Académie de Médecine

A MON MAITRE

MONSIEUR LE PROFESSEUR AGRÉGÉ C. LIAN

Médecin de l'Hôpital Tenon

A MON MAITRE

MONSIEUR LE PROFESSEUR M. VILLARET

Professeur d'Hydrologie à la Faculté de Médecine
Médecin de l'Hôpital Necker

A MON MAITRE

MONSIEUR LE DOCTEUR LOUSTE

Médecin de l'Hôpital Saint-Louis

A MON MAITRE

MONSIEUR LE DOCTEUR HERSCHER

Médecin de l'Hôpital Lariboisière

A MES MAÎTRES DANS LES HÔPITAUX

Stage :

MONSIEUR LE PROFESSEUR SERGENT
MONSIEUR LE PROFESSEUR HARTMANN
MONSIEUR LE PROFESSEUR M. LABBÉ

Externat :

MONSIEUR LE PROFESSEUR AGRÉGÉ AUVRAY
MONSIEUR LE PROFESSEUR SERGENT
MONSIEUR LE DOCTEUR SOUQUES
MONSIEUR LE DOCTEUR CROUZON

Internat provisoire :

MONSIEUR LE DOCTEUR DESCOMPS
MONSIEUR LE DOCTEUR SOULIGOUX
MONSIEUR LE DOCTEUR ROUBINOVITCH

Internat :

MONSIEUR LE DOCTEUR LOUSTE
MONSIEUR LE DOCTEUR HERSCHER
MONSIEUR LE PROFESSEUR AGRÉGÉ LIAN
MONSIEUR LE PROFESSEUR SERGENT
MONSIEUR LE PROFESSEUR VILLARET

A MONSIEUR LE PROFESSEUR AGRÉGÉ CASTAIGNE

Médecin des Hôpitaux

A MONSIEUR LE PROFESSEUR L. BINET

Médecin de l'Hôpital Necker

A MONSIEUR LE PROFESSEUR AGRÉGÉ ALAJOUANINE

Médecin de l'Hôpital de Bicêtre

A MONSIEUR LE PROFESSEUR AGRÉGÉ HAGUENEAU

Médecin de l'Hôpital d'Ivry

A MESSIEURS LES DOCTEURS

BASCH, R. BENARD, BENDA, DECOURT,
JUSTIN BESANÇON, KOURILSKY, MARQUESY,
PRUVOST, TURPIN

Médecins des Hôpitaux

A MONSIEUR LE DOCTEUR BAZY

Chirurgien de l'Hôpital Saint-Louis

A MONSIEUR LE PROFESSEUR AGRÉGÉ HEITZ-BOYER

Chirurgien de l'Hôpital Lariboisière

A MONSIEUR LE PROFESSEUR AGRÉGÉ MONDOR

Chirurgien de l'Hôpital Bichat

A MESSIEURS LES DOCTEURS

CHIFFOLIAU, DENIKER, LEIBOVICI, MARTIN, WELTI

Chirurgiens des Hôpitaux

A MONSIEUR LE DOCTEUR BELOT

Radiologiste des Hôpitaux

A MESSIEURS LES DOCTEURS

BARUK, BITH, BLONDEL, GOMOT, PAILLARD

A MESSIEURS LES DOCTEURS

BORDET, DURAND, MAMOU, MIGNOT,
THIÉBAUD

A MESSIEURS LES DOCTEURS

CAILLAU, LÉVY-FRANCKEL, PIGNOT, RABUT,
THIBAUD

A MESSIEURS LES DOCTEURS

BIZE, FOUQUET, SIGWALD

A MES AMIS

MORICARD, POUMEAU-DELILLE, RAGU, REBOUL,
SCOTT, STÉHELIN



AVANT-PROPOS

Depuis quelques années, le problème de l'artériographie est sorti du domaine expérimental.

On commence à entrevoir les possibilités d'une méthode facile à mettre en œuvre, et dont les résultats semblent avoir une précision d'un gros intérêt clinique.

Nous rapporterons ici avant tout, les résultats fournis par l'artériographie dans les affections des membres inférieurs ; nous envisagerons leurs valeurs clinique et thérapeutique.

L'étude de l'opacification du courant circulatoire ne devait semble-t-il, pas se limiter aux vaisseaux périphériques et viscéraux, aussi avons-nous étudié expérimentalement la ventriculographie cardiaque.

Ainsi, nous envisagerons deux points particuliers de la méthode si ardemment généralisée par Reynaldo dos Santos, qui s'avère d'autant plus vaste et plus fructueuse qu'on en pousse l'étude plus loin.

Si nous avons pu réaliser cet exposé, c'est grâce à l'appui constant de tous nos maîtres. C'est à eux que nous devons notre formation médicale, le résultat de ce premier effort est surtout le leur. Qu'ils le considèrent comme un faible témoignage de notre respectueuse affection. Les longues heures de travail en commun avec Henri Reboul, ont scellé notre amitié.

PREMIÈRE PARTIE

CHAPITRE PREMIER

HISTORIQUE

Depuis que Sicard et Forestier, le 12 mai 1923, ont pratiqué chez l'homme la première injection intravasculaire de lipiodol, sous contrôle radiologique, cette méthode d'exploration, si riche en possibilités, avait été presque complètement abandonnée.

Egas Moniz, en 1927 et R. Dos Santos, en 1929, ont repris l'étude de l'artériographie, encéphalique, pulmonaire, aortique, abdominale, et périphérique, et ont établi une série de données nouvelles sur la technique, les indications, les résultats de cette méthode d'investigations.

Depuis plus de deux ans, nous nous sommes attachés à l'étude expérimentale et clinique de ces questions et nous avons réalisé la ventriculographie cardiaque expérimentale.

Nous voudrions résumer ici les acquisitions actuelles et les possibilités de cette méthode qui doit triompher des résistances avouées ou occultes qu'elle suscite et auxquelles R. Dos Santos avait déjà répondu : « Mais, il faut se méfier aussi des jugements sommaires d'une vision sans ampleur, qui, au lieu de prendre le problème largement, avec ses insuffisances naturelles et transitoires, et ses promesses d'avenir, continue à envisager l'artériographie sous l'angle étroit des premiers tâtonnements, et restrictions ou les exigences pressées d'une utilité clinique immédiate. »

Tous les grands procédés d'exploration ou de traitement découverts dans ces quarante dernières années, ont inspiré le même étonnement, ont provoqué par l'incertitude de leurs premières applications, les mêmes craintes. Qu'il nous suffise de rappeler les discussions passionnées qui marquèrent les premières injections intraveineuses, les premières ponctions lombaires, les premières radiographies du tube digestif, avec leurs incidents et, plus près de nous, les pyélo-uretérographies l'examen bronchique lipiodolé.

Après dix années seulement, on précise déjà l'étendue des possibilités de cette exploration radiologique circulatoire, qui intéresse toutes les branches de la science médicale.

L'étude anatomique vasculaire vient d'être reprise récemment avec ce procédé par Rouvière. Leriche a précisé l'étude physiologique de la circulation artérielle aortique abdominale et périphérique, a proposé un remaniement nosologique, et une thérapeutique nouvelle des artérites, grâce à l'artériographie.

Dos Santos a montré la sécurité du diagnostic artériographique des néoplasies malignes et l'intérêt du contrôle artériographique au cours de leur traitement radiothérapique.

Ne suffit-il pas d'évoquer les problèmes multiples que posent encore les circulations coronarienne, pulmonaire, rénale, hépatique, splénique, tant au point de vue physiologique que pathologique, pour ne plus douter des possibilités de ce mode d'investigation ?

Et, d'autre part, l'autorité incontestée des auteurs qui se sont attachés à l'étude des problèmes difficiles à résoudre que pose l'opacification de la circulation n'est-elle pas une preuve certaine de la valeur de cette nouvelle exploration ?

Les premiers travaux concernant l'exploration radiologique des vaisseaux remontent à l'étude de la circulation

réale, faite par Destot et Bérard, en 1896, reprise par Stiles et Rainy, en 1899.

Hildebrand, Scholz et Wieting-Pascha en 1904, publient dans leur atlas stéréoscopique, une série de planches de circulation périphérique.

La même année, Hirsch donne un aperçu général de la radiographie de la circulation et Lexer Kuliga et Fürck recherchent les modalités de la circulation osseuse aux différents âges de la vie.

Wollenberg, en 1905, explore les vaisseaux musculaires et tendineux. Plus tard, Gérard, Castiaux, Robinson, Janny, Simon, Kotzenstein, Hanch, Legueu et Papin reprennent l'étude des circulations viscérales.

La circulation fœtale est radiographiée par Vogt en 1931.

Celle du poumon est précisée par Frankel et Lorey, Garcin, en 1922. Celle du cerveau par Pincherle, en 1922, Payr et Hueck, en 1924.

Tous ces travaux, faits sur le cadavre, ont été le point de départ de recherches expérimentales dont l'intérêt fut immédiat grâce à ces données anatomiques.

Frank et Alwens ont expérimenté une huile bismuthée sur l'animal, dès 1910.

Bientôt d'ailleurs, Schepelmann reprend ces mêmes travaux avec différentes substances de contraste à base de fer, zinc, cuivre, nickel, manganèse, argent. Mais les produits utilisés sont peu opaques, très toxiques et pratiquement ces recherches sont abandonnées jusqu'en 1923.

Le 12 mai 1923, Sicard et Forestier rapportent le premier cas d'artériographie sur l'homme vivant. Ils emploient le lipiodol. Cette publication eut un rapide écho à l'étranger. En Allemagne, Berberich et Hirsch font une artériographie avec une solution de bromure de strontium.

En Amérique, Barnez Brooks utilise pour la première fois l'iodure de sodium à 100 pour 100. Meleney, Miller, de Perla, Connet Greenbaum, font des artériographies pour des ar-

térites des membres inférieurs et particulièrement dans la maladie de Buerger. Singleton, en 1928, explore par ce procédé, deux anévrysmes en utilisant comme Brooks, l'iodure de sodium.

Cependant, en France, Forgues, Mourgue, Molines et Fontayne cherchent à préciser le siège de l'obstruction artérielle dans les gangrènes, par l'épreuve lipiodolée en 1924-1925. Baillat et Mériel, puis Baillat et Lepasset, étudient le lipiodo-diagnostic artériel et en comparent le résultat dans deux cas avec l'oscillométrie en 1925-1926.

Desplats, Desbonnets, Buisine et Delcourt apportent deux observations de lipiodo-diagnostic artériel en 1926.

Harvier et Lemaire publient à la *Société médicale des hôpitaux de Paris*, les renseignements fournis par l'exploration lipiodolée dans 14 cas d'artérites des membres inférieurs.

Lian et Gilbert Dreyfus étudient déjà par ce procédé des artérites segmentaires.

Charbonnet et Massé font connaître, le 22 mai 1929, trois cas d'artériographie faites avec de l'iodure de sodium. Leurs observations publiées à la *Société de Chirurgie*, ont été longuement commentées par P. Duval, qui a repris à ce propos, l'étude clinique d'un certain nombre d'observations, en insistant spécialement sur le danger des substances de contraste, danger souligné précédemment lors de la discussion du rapport de Gosset : L'artériographie des membres, de l'aorte et de ses branches abdominales par Dos Santos, Lamas et Caldas, à la *Société de Chirurgie*, le 24 avril 1929.

A la suite de ces discussions, il ne fut publié en France, que quelques observations isolées. Nous rappellerons en particulier celles de Legueu et Fey, Picot, qui s'inspirèrent de la technique adoptée par Egas Moniz, R. Dos Santos et leurs collaborateurs.

Technique utilisée tout récemment par Leriche et Fontaine (12 juillet 1933) dans une série de 28 artériographies pratiquées sur 21 malades.

Ainsi que l'écrit Leriche dans la préface du beau livre de R. Dos Santos, A. C. Lamas et J. P. Caldas sur l'*Artériographie des membres et de l'aortographie abdominale* (Masson, 1934) : « Ce sont les belles recherches d'E. Moniz, le subtil découvreur de l'artériographie cérébrale, qui ont montré ce que l'on peut espérer, et plus loin il rappelle que l'idée générale dans l'artériographie appartient à R. Dos Santos. C'est lui qui y a vu une méthode de haute portée investigatrice. Ce sont en effet les travaux de ces auteurs portugais qui, en dehors de l'artériographie périphérique, ont créé l'aortographie, l'artériographie viscérale, cérébrale, pulmonaire et abdominale et ont fait entrevoir dans de nombreuses publications la nécessité d'une longue étude de cette méthode si riche en déductions physio-pathologiques.

Au cours de ces dix dernières années, toutes les publications sur l'étude radiologique de la circulation n'ont jamais envisagé la circulation cardiaque. Cependant, l'angiopneumographie fut réalisée par Egas Moniz. Lopo de Carvalho et Almeida Lima, en 1927, par la méthode d'injection intracardiaque de Forssmann : cathétérisme veineux à partir de la région du pli du coude ou de la région cervicale par sonde de type urétéral, réalisant des injections intra-auriculaires ou intraventriculaires droites.

Depuis le début de 1932, nous étudions l'opacification des cavités cardiaques. Le 10 mai 1933, nous rapportons dans la *Presse médicale* le résultat de nos premières expériences sur la ventriculographie cardiaque gauche expérimentale.

Cependant, nous ne nous bornions pas à la seule étude radiologique de la ventriculographie cardiaque et déjà nous recherchions le retentissement cardiovasculaire de cette exploration au moyen d'examen électrocardiographiques, de courbes de la tension artérielle et du rythme respiratoire.

CHAPITRE II

PRINCIPES GÉNÉRAUX DES INJECTIONS DE SUBSTANCE DE CONTRASTE DANS LE SYSTÈME CIRCULATOIRE ARTÉRIEL

I. — L'instrumentation.

L'injection de solutions de contraste dans la circulation artérielle doit être parfaitement réglée quant à son volume, sa pression, c'est-à-dire son débit.

La seringue utilisée par les premiers expérimentateurs est avantageusement remplacée par l'appareil de R. Dos Santos.

Nous ne saurions mieux faire que de répéter la description qu'il en donne.

« Cet appareil est constitué par un tube de verre gradué, assez fort pour supporter trois atmosphères et destiné à recevoir par l'ouverture la solution opaque. En haut, il communique par une tubulure métallique avec un réservoir à air comprimé où, à l'aide d'une pompe, on peut faire monter la pression jusqu'à trois atmosphères sous le contrôle d'un manomètre. En ouvrant le robinet, le liquide sort à travers le tube de caoutchouc et l'embout destiné à l'aiguille, sous la pression voulue. Pour s'en servir, nous remplissons d'abord le réservoir de l'iodure avec de l'alcool pour la stériliser et régler le débit avec l'aiguille destinée à la ponction. Une fois déterminée la pression sous laquelle le débit est obtenu (trois centimètres cubes à cinq centimètres cubes par seconde) il n'y a qu'à substituer l'alcool par la solution de contraste et mettre de nouveau l'appareil sous la pression convenable.

La longueur, le calibre des aiguilles, seront évidemment adaptés à la profondeur, aux dimensions, aux qualités hémostatiques des parois des cavités à explorer.

Il nous est apparu comme indispensable d'utiliser non des aiguilles mais des trocarts dont l'extrémité peut, lorsque le mandrin est enlevé, cathétériser sans risques une artère ou même s'appuyer sans danger sur la paroi de la cavité opposée à celle de la ponction.

D'autre part, le verrouillage de sécurité de Labat est utile pour éviter sûrement la désarticulation de l'embout et de l'aiguille au moment de l'injection.

Cet appareil a trois avantages :

a) La facilité de lecture de la quantité de substance de contraste injectée.

b) La constance de la pression dont le chiffre est réglé au début de l'opération. C'est la pression de base. Il nous a semblé intéressant de comparer la pression indiquée par le manomètre à celle existante à l'extrémité de l'aiguille d'injection.

A l'état statique une pression de 1 kilogramme au manomètre correspond à une pression de 73 centimètres de mercure à l'aiguille. A l'état dynamique il se produit une perte de charge de cinquante pour cent. Elle est fonction de la viscosité du liquide injecté ; de la résistance du dispositif conducteur : robinets, tubulures, embouts, caoutchouc, aiguilles, de la pression artérielle du sujet.

c) On peut régler à l'avance le débit. Reynaldo dos Santos préconise un débit allant de trois à cinq centimètres cubes par secondes.

Notre expérience personnelle portant sur une centaine d'artériographies, nous permet de penser qu'il s'agit là du débit optima. Cependant on ne peut être sûr de la réaliser. Toute une série de facteurs vient le modifier. Le degré, le siège, l'étendue de l'artérite qui est ou non oblitérante. L'état de développement de la circulation collatérale.

Le chiffre de la tension artérielle du malade.

Les réactions sympathiques liées à la distension de l'artère au lieu de l'injection. La réaction vaso-motrice varie d'un malade à l'autre.

L'ensemble de ces faits, que l'on ne peut prévoir que partiellement par l'examen clinique, peut faire varier le débit de l'injection du simple au double.

C'est un point que l'on appréciera au moment de l'injection et dont il faut tenir le plus grand compte pour la prise de la radiographie.

II. — La ponction artérielle.

Il est une notion d'importance capitale, c'est l'inocuité de la ponction artérielle. Depuis longtemps Leriche a insisté sur le fait que toutes les artères de l'économie. Sans aucun incident. Il a même préconisé cette voie parentérale pour la thérapeutique. Reynaldo dos Santos pense que l'injection intra-artérielle est d'autant plus inoffensive que le vaisseau ponctionné est plus gros. La remarquable tolérance de la ponction est proportionnelle à l'importance de la tunique moyenne.

On peut pratiquer la ponction sur l'artère dénudée, ce n'est pas la meilleure méthode : lorsqu'on retire l'aiguille, il y a souvent un suintement important et on peut avoir un gros hématome par la suite. Par contre, la ponction de l'artère à travers les téguments est habituellement commode. Il faut se servir d'une aiguille de 8-10 millimètres. C'est cette dernière méthode que nous avons adoptée. Elle est facile à mettre en œuvre partout où il existe un plan résistant sur lequel on peut fixer l'artère à explorer. Sur plus de cinquante ponctions artérielles, nous n'avons jamais eu le moindre incident.

Deux précautions sont indispensables pour faire une injection intra-artérielle : faire la ponction artérielle perpendiculairement à la direction du vaisseau, s'assurer avant l'injec-

tion qu'on est bien dans l'artère ; en retirant le mandrin, on constate un jet de sang rouge rythmé par les pulsations. On évitera ainsi une injection dans les gaines péri-vasculaires. C'est un ennui avec les composés iodés organiques, c'est un échec sans conséquence avec les sels de thorium stabilisés.

Au total, la ponction artérielle est une intervention facile et sans inconvénient, mais il faut bien connaître un certain nombre de points de détails extrêmement utile.

III. — La radiographie.

Elle doit avoir des caractères photographiques particuliers.

Il faut avoir une bonne radiographie osseuse avec un temps de pose court.

En pratique ces deux propositions sont contradictoires ou on retiendra surtout qu'en employant une intensité forte, on pourra réduire le temps de pose. En outre l'emploi du Potter Bucky sera réservé aux sujets obèses ; dans ce cas seulement, ce que l'on perd en temps de pose est largement gagné en netteté.

L'artériographie exige d'autre part un certain nombre de précautions ; il faut choisir une incidence qui isole bien les troncs artériels. Nous avons fait toutes nos radiographies de face mais il y a souvent intérêt à prendre les clichés de profil. On dégage mieux ainsi la partie basse de l'artère poplitée et la partie initiale du tronc tibio-péronier qui sont généralement lésées dans les artérites. Le dernier point délicat de la technique est le moment où il faut prendre le cliché. La radiographie doit se faire à la fin de l'injection qui doit se prolonger pendant tout le temps de pose.

Pour que la substance de contraste injectée à l'artère fémorale atteigne les capillaires, il faut en moyenne de six à huit secondes. Il y a un intérêt majeur à profiter pleinement d'une injection intra-circulatoire de substance de contraste et d'en apprécier les détails dans toute son étendue. Ceci

nécessite d'établir des films, des écrans renforceurs, des châssis, des grilles adaptées à ces nécessités.

Le débit de l'injection sera de plus de trois centimètres cubes par seconde ; on l'obtient facilement avec une pression de 1.200 grammes au manomètre de l'appareil de Reynaldo dos Santos. Il suffira alors de prendre la radiographie quand dix-huit centimètres de liquide se seront écoulés. La radiographie terminée, on arrêtera l'injection.

Tels sont les artériographies simples, mais déjà le perfectionnement de la technique a permis à Reynaldo dos Santos de faire des stéréoradiographies au cours de l'injection artérielle de substance de contraste et même des radiographies en séries qui permettent de suivre la progression artérielle et veineuse du thorotrast. Mais le carrousel intéressant de Caldas ne permet pas encore une grande rapidité dans la prise des clichés.

Nous nous proposons de réaliser avec le dispositif de Cottenot des artériographies en systole et en diastole.

Il semble certain qu'en améliorant ainsi la pratique de l'artériographie, on obtiendra une série de renseignements d'ordre physiologique et pathologique extrêmement précieux.

CHAPITRE III

LES SOLUTIONS DE CONTRASTE

Les lois de l'opacité de la matière pour les RX ont été établies par Benoist lors de son rapport à l'Académie des sciences de Paris, le 4 mars 1901.

PREMIÈRE LOI. — L'opacité spécifique d'un corps pour une quantité donnée de RX et pour une épaisseur étalon déterminée, est indépendante de l'état physique de ce corps.

2^e LOI. — L'opacité spécifique d'un corps est indépendante du mode de groupement de ses atomes ou molécules, c'est-à-dire, par exemple, de ce que l'on appelle allotropie pour les corps simples ou polymétrie pour les corps composés.

3^e LOI. — L'opacité spécifique est indépendante de l'état de liberté ou de combinaison des atomes.

4^e LOI. — L'opacité spécifique des corps simples mesurée toujours dans des conditions bien définies est une fraction indéterminée et généralement croissante de leur poids atomique.

Ces lois, base essentielle de toutes les recherches concernant les substances de contraste, ont permis de réaliser des produits de plus en plus opaques.

L'intensité de contraste des images radiologiques devait être fatalement le premier souci de toute tentative d'opacification des cavités à opacifier.

Mais un second facteur est au moins aussi important : la tolérance biologique à ces produits opaques.

Il est à peine besoin d'évoquer les difficultés que l'on a eues lors des premières applications pratiques de la radiographie du tube digestif, la longue période d'essais et de tâtonnements, les incidents qui marquèrent cette phase.

La généralisation de ce procédé d'exploration à toutes les cavités de l'organisme a encore augmenté les difficultés de ce problème, d'autant plus d'ailleurs que la susceptibilité d'une même muqueuse ou d'un même endothélium varie autant que l'intensité et la modalité de leurs atteintes pathologiques possibles.

Rappelons encore avec quelle autorité, à la *Société de chirurgie*, en 1929, Lecène affirmait la nécessité de ces investigations : « J'en ai eu la preuve authentique par une injection d'I Na à 20 pour cent que fit dans mon service mon ami Wolfromm, dans un uretère, pour obtenir une pyélographie. Celle-ci fut excellente et l'image urétéro-pyélitique était très bonne. Oui, mais quand, six jours plus tard, j'enlevai le rein (qui était seulement atteint de néphrite hématurique, et nullement infecté), je fus très frappé de voir l'uretère épaissi et œdémateux, macroscopiquement et microscopiquement très enflammé : c'était une inflammation des plus intenses, allant même jusqu'à la nécrose de la paroi urétérale. Ce fait que j'ai observé il y a trois ans m'a beaucoup frappé ».

Et actuellement, les solutions de collargol, d'iodures, sont abandonnées et de nombreux composés organiques iodés, parfaitement inoffensifs, se partagent les préférences des urologues ; les services incomparables que chaque jour nous offre la pyélo-urétérographie feraient rechercher en vain le praticien qui refuserait le bénéfice d'une telle exploration pour son malade.

Si nous insistons sur ces critiques jadis légitimes et qui paraissent aujourd'hui surannées, c'est qu'actuellement les mêmes reproches s'élèvent trop souvent encore contre l'artériographie.

Dès 1910, les auteurs allemands avaient employé sur

l'animal une huile bismuthée, opaque, emboligène et toxique.

Ce fait conduisit Schepelmann à expérimenter diverses combinaisons de Zn, Fe, Cu, Ni, Mn, Ag, I. K. Leur opacité insuffisante, leur toxicité, les rendirent inapplicables à l'homme.

Sicard et Forestier, s'inspirant des travaux des auteurs français sur les huiles iodées, dont la première préparation avait été réalisée par Cloëz en 1865, reprise par Winternitz dans un but thérapeutique en 1896, par Lafay en 1901 et par Rathery et Cartier en 1920, se servirent du lipiodol pour leurs examens radiologiques.

L'iode, dont le poids atomique est de 127 et dont la concentration est très élevée dans le lipiodol (40 pour cent) faisait de ce produit une substance de contraste de premier ordre, supérieure aux solutions utilisées alors en radiologie : collargol, iodure de sodium. Sa remarquable tolérance, son indolence absolue, ont permis à Sicard et Forestier de les employer dans les explorations les plus diverses.

Cependant si, pour l'artériographie périphérique, ils ont obtenu, ainsi qu'Harvier, Lemaire, Lian et G. Dreyfus, quelques clichés intéressants, l'absence de miscibilité avec le sang, la viscosité trop élevée de l'huile d'œillette provoquent des arrêts segmentaires, expliquent la mauvaise injection de la circulation collatérale.

Les clichés sont donc d'interprétation délicate et souvent trompeuse.

Ces divers inconvénients rendent impossible l'utilisation du lipiodol pour l'aortographie et la ventriculographie.

En outre, la lenteur d'élimination du lipiodol, retenu trop longtemps pour toute obstruction de la lumière artérielle, par la finesse des capillaires, peut faciliter les réactions endovasculaires et être le point de départ d'ischémie.

C'est pourquoi Hirsch, en 1923, utilise le bromure de strontium ; l'iodure de sodium est préconisé en 1924 par Brooks. C'est ce dernier sel dont se servent Egas Moniz en 1927,

Singleton en 1928, R. Dos Santos en 1929, Charbonnel et Massé en France, la même année.

L'utilisation de ce produit a certainement causé plus de tort à l'artériographie que les imperfections peu dangereuses du lipiodol et P. Duval a pu, à juste titre, montrer le « caractère quelque peu offensif de la méthode ».

La solution à 100 pour cent de ce sel initialement injectée dans les vaisseaux est souvent atrocement douloureuse et, dans les observations rapportées, il est fréquent de noter une aggravation des signes cliniques, parfois des manifestations graves d'iodisme.

D'ailleurs, R. Fontaine et F. Leclerc ont récemment déterminé de véritables thromboses artérielles évolutives en injectant dans un segment artériel, exclu, il est vrai, de l'iodure de sodium.

En 1931, les composés iodés organiques, dans lesquels l'iode est dissimulé, créés pour l'urographie intraveineuse, furent préconisés au Portugal en association avec l'iodure de sodium.

Le premier en date (1929), l'urosélectan, dû à Binz et Raëth, contient 42 pour cent d'iode fixé ; c'est un dérivé de pyridine. Il est plus toxique, moins soluble, moins riche en iode que ses successeurs : l'urosélectan B a une concentration en iode de 51,5 pour cent. Il ne s'éloigne guère, si ce n'est par sa solubilité plus élevée, de l'urosélectan.

L'abrodyl de Brönnér et Schuller est un sel sodique de mono-iodométhane sulfonique. Sa concentration en iode est de 52 o_o et fut utilisée par Dos Santos et ses collaborateurs qui le préfèrent à l'urosélectan parce que plus stable, plus soluble (85 pour cent), il donne de ce fait de meilleurs contrastes ; insuffisant pour cet auteur qui l'associait à l'iodure de sodium à 100 pour cent.

En France, le ténébryl de Guerbet est un iodométhane sulfonate de sodium, contenant 68,6 pour cent d'iode dissimulé, dont la solubilité atteint 60 pour cent environ à 30°. Il est le plus opaque des corps de cette série du fait que sa plus riche

teneur en iode par molécule et par poids. D'autre part, pour une concentration donnée, sa solution est la moins hypertonique, ce qui est un facteur important à envisager quant à l'action irritative de ces produits sur l'endothélium cardiovasculaire.

Le rapport de tonicité de ces différents produits à une solution isotonique est de 15 pour l'urosélectan B, de 10 pour l'abrodyl, de 7 pour le ténébryl.

A tonicité égale, le ténébryl contient deux fois plus d'iode dissimulé que l'urosélectan B ou l'abrodyl. Le ténébryl est donc de tous les composés iodés organiques celui qui offre le maximum d'avantages. Cependant, dès 1931, Dos Santos commençait à expérimenter un sel de thorium, le dioxyde de thorium, en solution colloïdale, à la concentration de 25 pour cent, stabilisée et miscible aux humeurs sans précipitation. Ce produit fut imaginé par Radt pour l'hépatholiénographie et spécialisé sous le nom de thorotrast par la maison Heyden de Dresde.

Il a l'opacité de l'abrodyl à 50 pour cent, de l'iodure de sodium à 30 pour cent.

Mais surtout, il est absolument indolore. Cet avantage considérable pour l'injection le fit adopter immédiatement par les auteurs Portugais et à leur suite par Leriche et ses collaborateurs.

Nous nous sommes servis de thorotrast dès le début de nos recherches sur la ventriculographie cardiaque et nous avons été obligés de l'abandonner à cause de sa trop faible opacité.

D'ailleurs, si celle-ci est satisfaisante pour les vaisseaux périphériques, déjà pour l'aorte, R. Dos Santos avait noté que l'on obtenait difficilement une image suffisamment contrastée.

Cet auteur concluait : « C'est encore du côté du thorium que nous attendons le pas décisif qui rende l'artériographie abdominale aussi simple, aussi bénigne et aussi indolore que l'artériographie des membres dont le problème technique est, grâce au thorotrast, définitivement résolu ».

En 1933, Leriche confirmait : « l'importance de ce progrès essentiel en écrivant « faite avec thorotrast, l'artériographie est absolument sans danger même en cas de circulation artérielle déficitaire. »

Un équivalent français, le collothor a dû être rapidement et définitivement condamné à la suite d'accidents de floculation *in vivo*.

Il n'existe aucun test certain de mesure de la stabilité d'une solution colloïde, et c'est là un premier écueil, qui semble minime car plusieurs centaines d'artériographies sans un accident ont été déjà obtenues avec le thorotrast.

S'il est donc difficile de retenir cet argument, plus important nous semble le fait que le thorium s'accumule dans le foie, la rate, la moelle osseuse, les ganglions lymphatiques, la surrénale, le rein, le poumon, l'estomac, l'intestin, le testicule, l'ovaire, le placenta. En résumé, partout où le système réticulo-endothélial est développé. Il semble que contrairement aux travaux de Braciano, Lombart, Guerriero, Radovici et Meller, le thorotrast ne bloque pas le système réticulo-endothélial puisque, d'après les expériences de P. Ravenna, ce système peut encore fixer en quantité normale, l'encre de chine, le carmin lithiné, le rouge congo brillant.

Tous ces travaux basés sur des expériences dont la durée fut relativement courte en comparaison de la longue radioactivité du thorium, permettent encore de discuter non seulement les voies d'élimination de ce corps : intestin, foie, glomérules rénaux, mais même l'expérience de ces voies d'élimination.

Ce qui est certain, c'est la longue persistance des grains de thorium dans tous les organes où il se fixe primitivement. C'est encore sa mobilisation progressive dans l'organisme, c'est enfin son accumulation élective dans le foie et la rate.

C'est d'ailleurs là le principe même de l'hépatoliénographie. Un fait certain, c'est l'hyperplasie légère et inconstante

du tissu lymphatique de la rate que provoque la longue persistance de cette substance dans ces deux organes. On ne peut donc exclure d'une façon certaine la possibilité d'une action éloignée en rapport avec la faible radio-activité du thorium, mais surtout de ses produits de décomposition.

On sait que la radio-activité du thorotrast est dix fois celle du potassium organique et que le mésothorium a un rayonnement B d'une période de 6 à 7 ans, le mésothorium II a une période de rayonnement BY de 2 à 6 heures, le radiothorium de rayonnement XB de 2 années.

Enfin, le thorium X a une période de rayonnement de trois jours. On voit ainsi que si le thorium ne se désintègre pas, sa radio-activité quoique très faible est conservée indéfiniment.

S'il se désintègre, il peut donner naissance à des corps radioactifs à vie courte ou longue dont nous connaissons encore bien mal les différents modes d'action et leurs limites.

L'ixium dérivé du thorium employé journellement en thérapeutique a pu être susceptible par injection intraveineuse de déterminer des nécroses osseuses. De même, différents sels de thorium ont été, semble-t-il, à l'origine d'anémies imprévisibles. Enfin, certains auteurs pensent que les lésions du système réticulo-endothélial provoquées par le thorotrast peuvent diminuer la résistance de l'organisme à l'infection.

En résumé, il semble exister tout au moins un certain nombre de contre-indications relatives :

Les états anémiques et hémorragiques.

Les insuffisances hépatiques.

Les infections,

Que seule l'expérience, basée sur le temps, permettra de confirmer ou d'infirmer.

Ainsi, le degré de contraste peu élevé, le défaut d'élimination du thorium de l'organisme nous font penser que ce n'est peut-être pas là encore la solution de contraste idéale.

Et déjà nous avons repris, en nous basant sur les faits

actuellement connus, les indications respectives des deux substances opacifiantes utilisables : thorium, composés iodés organiques.

Ces indications sont différentes selon les segments cardiovasculaires à radiographier, selon les lésions pathologiques reconnues cliniquement et nous les préciserons dans ce travail en temps et lieux.

DEUXIÈME PARTIE

L'Artériographie des membres

CHAPITRE I

PRINCIPES PARTICULIERS DE L'ARTÉRIOGRAPHIE DES MEMBRES

L'opacification aux rayons X de la circulation artérielle imaginée par Sicard et Forestier, en 1923, avait pour but l'étude et la localisation précise des oblitérations artérielles des membres.

Dix ans après, elle semble indispensable pour établir les indications thérapeutiques de toute lésion artérielle des membres ; elle diagnostique aussi sûrement et avec moins de danger que l'anatomie pathologique la malignité de toute tumeur périphérique, elle en surveille l'évolution. Son innocuité permet encore de l'appliquer à l'étude physio-pathologique de toute la pathologie des membres et déjà nombreuses sont les nouvelles théories pathogéniques qui s'élaborent et font prévoir pour une échéance prochaine de nouvelles deductions thérapeutiques.

Enfin, elle a nécessité l'étude approfondie des principes d'opacification de tous les autres territoires de la circulation.

Nous avons déjà détaillé son historique pour indiquer les sources de nos recherches. Nous ne voulons retenir ici que les étapes essentielles des travaux qui ont fait l'artériographie si proche de la perfection. La chronologie des acquisitions et des critiques successives de cette méthode affirme sa valeur et trace la voie des dernières recherches qu'elle mérite encore.

Jusqu'en 1927, les images obtenues par injection de lipio-

dol avec une seringue dans des artères mises à nu suscitent des lésions et font douter de la sécurité des interprétations, mais surtout font craindre les arrêts prolongés de ce composé isolé au contact de l'endothélium.

La ponction transcutanée des artères, la précision de l'appareil, l'emploi de solutions de contraste miscibles au sang, œuvres d'Egas Moniz et de R. Dos Santos, permettent bientôt une figuration artérielle étendue, totale, indiscutable.

En mai 1929, à la *Société nationale de chirurgie*, P. Duval envisageait l'avenir de cette jeune méthode en ces termes : « Obtenir l'image complète du système artériel perméable « dans un membre frappé de troubles circulatoires causant « une gangrène limitée, obtenir pour ainsi dire une véritable « dissection sur le vivant de toutes les artères, pouvoir « exactement, de par la visibilité du réseau artériel, discri- « miner les parties du membre vouées à la mortification et « celles dont la vitalité paraît assurée par la qualité de la « circulation artérielle, pouvoir en déduire en toute certitude « le niveau le plus bas de l'amputation nécessaire, ce sont là « des espérances magnifiques : ce serait là la solution cer- « taine tant désirée et jamais obtenue de cet angoissant pro- « blème qui est toujours la délimitation exacte du niveau de « l'amputation nécessaire dans une gangrène artérielle ».

Cependant, la gravité des réactions « endartérielles parfois provoquées par les solutions d'iodure de sodium » autorisait une juste critique.

En 1930-1931, Dos Santos ayant abandonné l'INa au profit des composés organo-iodés ne redoutait plus de tels accidents et ne déplorait plus que la nécessité d'une anesthésie de courte durée.

En 1931, le même auteur, grâce au dioxyde de thorium en suspension colloïdale stabilisée pouvait supprimer l'anesthésie

Déjà, il avait étendu à l'aorte abdominale et à son territoire viscéral ce procédé d'investigation et avait prouvé l'intérêt de l'artériographie périphérique pour l'étude des ostéites

des arthrites des membres et sa valeur diagnostique et pronostique pour les tumeurs malignes périphériques.

En 1933, Leriche publie d'une part avec R. Fontaine une série de 28 artériographies pratiquées chez 21 malades atteint d'artérite des membres inférieurs, et, d'autre part, avec P. Stricker, les résultats de quinze années d'études sur la pathologie vasculaire dans un livre ayant pour titre : *L'artériectomie dans les artérites oblitérantes*. En quelques mois, l'artériographie a permis à ses auteurs de vérifier de façon indiscutable leurs théories et leur a rendu d'« immenses services quand il s'agit de choisir une méthode thérapeutique en face d'une oblitération artérielle ». Ainsi, non seulement la technique de l'artériographie périphérique est bien réglée, mais encore pour tous ces auteurs, le choix de la solution de contraste bien établi, il faut utiliser le thorotrast.

Pour les premières artériographies que nous avons faites, nous nous sommes servis de ce produit.

Ultérieurement, les travaux de Ravina, Sourice, Lesauce, Godlewski, effectués dans le laboratoire de physiologie de la Faculté de médecine de Paris permettaient à ces auteurs de conclure dans la *Presse Médicale*, le 14 juin 1933 : « Les composés du thorium paraissent donc maintenant particulièrement intéressants à employer pour les artériographies, Dos Santos et de nombreux auteurs ont employé le thorotrast avec succès, Picot a obtenu récemment de belles artériographies avec le collothor. »

Nous avons déjà indiqué précédemment dans une étude d'ensemble sur les différents produits de contraste quels étaient les inconvénients et les avantages des sels de thorium et des composés organo-iodés quant à leur retentissement organique général.

Pour chaque segment du système cardiovasculaire, il est nécessaire de préciser le retentissement local de ces différents corps injectables.

L'artériographie des membres faite au thorotrast est indo-

lore et encore aucun accident local n'a été signalé quel que soit le but de l'examen.

Pratiquée avec les sels organo-iodés seuls, non associés à l'iodure de sodium, l'artériographie est douloureuse, mais jamais n'a déterminé d'incidents.

En résumé, l'inconvénient immédiat des sels organo-iodés est l'anesthésie nécessaire pour être sûr de l'immobilité du sujet, il ne peut exister aucune conséquence lointaine, ces corps s'éliminant en quelques heures de l'organisme. L'ennui des sels de thorium est au contraire la possibilité de manifestations retardées dues à la localisation et à la persistance de ce corps dans le système réticulo-endothélial. Ainsi, à l'heure actuelle, nous employons ces deux ordres de substances de contraste mais nous n'hésitons pas à faire une anesthésie générale, chaque fois tout au moins qu'elle est possible, et l'on peut dire que c'est seule l'étude clinique complète du malade qui doit faire opter pour les dérivés du thorium ou les sels organo-iodés.

Quelques précautions particulières doivent être prises du point de vue technique.

Le malade doit être fixé sur la table dans la position même où il doit être radiographié et de telle façon que la ponction artérielle soit commode à pratiquer.

Nous ne rappellerons pas l'innocuité de la ponction artérielle. Nous en avons détaillé les arguments dans les chapitres antérieurs.

Cette ponction des artères des membres doit se faire avec une aiguille dont le calibre ne dépasse pas 10/10 de millimètre de diamètre.

Actuellement, nous nous servons de trocars de 8/10 de millimètre.

L'artère étant ponctionnée perpendiculairement à sa paroi, le mandrin enlevé, il est facile de cathétériser la lumière artérielle pour rendre plus sûre l'injection intra-artérielle et éviter les déplacements de la canule.

Pour le membre inférieur, nous ponctionnons toujours l'artère fémorale au-dessous de l'arcade crurale, sur la tête du fémur. Il est ainsi possible d'injecter parfaitement tout le territoire artériel du membre. Pour le membre supérieur, le lieu d'élection nous semble être l'artère sous-clavière, sur la première côte.

La ponction est toujours effectuée transcutanée, sans dénudation.

Le volume et le débit de l'injection varient avec le siège de la lésion pathologique à étudier, l'étendue du territoire vasculaire à examiner, la nature de l'affection.

Avec une solution de ténébryl à 30 pour cent une aiguille de 5 centimètres de long et de 8/10^e de millimètre de diamètre, une pression de 2 atmosphères, le débit est d'environ 2 centimètres cubes à 2 cc. 5 par seconde, variant selon la tension artérielle, la perméabilité vasculaire.

Les troncs artériels principaux sont injectés en 10 à 15 secondes pour le membre inférieur, en 8 à 12 pour le membre supérieur.

Les artéριοles ne sont injectées que 5 à 10 secondes plus tard.

Les veines s'opacifient plus ou moins rapidement selon l'importance et le type des lésions vasculaires.

Plusieurs détails radiologiques sont importants.

Il n'existe pas actuellement de cassette, d'écran renforceur de grille, de film de dimensions s'adaptant à la longueur des membres.

Pour prendre en une seule pose radiologique tout le territoire vasculaire, nous plaçons bout à bout deux châssis 30 × 40 centimètres. Ce sont là des conditions de fortune et l'avantage d'un matériel spécialisé est indiscutable.

Nous avons mis à l'étude la construction de cassettes et de films de taille suffisante, d'écrans renforceurs dégradés pour compenser les différences d'épaisseur de la racine du membre à son extrémité, d'un dispositif permettant de faire

des stéréoradiographies en série pendant toute la durée de l'injection, les clichés se succédant aussi rapidement que possible, environ toutes les secondes.

Enfin, le temps de pose doit être aussi court que possible ; l'idéal est de disposer d'un appareil permettant le $1/10^e$ de seconde.

C'est seulement en observant minutieusement toute cette série de conditions que l'on obtiendra le maximum de renseignements pour chaque artériographie. Jusqu'à présent, les conditions matérielles dans lesquelles nous avons travaillé ne répondent que de loin à ces conditions idéales. Cependant, les clichés obtenus fournissent des indications précieuses.

CHAPITRE II

RÉSULTATS FOURNIS PAR L'ARTÉRIOGRAPHIE DANS LES ARTÉRITES

Les idées actuelles sur les artérites des membres inférieurs ont considérablement évoluées pendant ces vingt dernières années, tant du point de vue expérimental, clinique, anatomo-pathologique, que thérapeutique.

Toute une série de notions nouvelles sont venues préciser la physiopathologie de cette question. Nous les envisagerons brièvement pour situer exactement le rôle que doit avoir l'artériographie dans les troubles circulatoires des membres inférieurs, et les possibilités de cette nouvelle méthode d'investigation.

I. — Remarques expérimentales sur la vascularisation.

Luigi Porta a montré depuis longtemps qu'au cours de la ligature d'un vaisseau la suppléance circulatoire se fait selon deux types :

D'une part, des collatérales directes ; ce sont de petits vaisseaux néoformés qui descendent parallèlement au segment lié, mais qui rétablissent rarement le courant entre la partie supérieure et inférieure de la ligature.

D'autre part, par des collatérales indirectes qui réalisent des anastomoses, soit superficielles sous-cutanées, soit profondes intra-musculaires.

Ces faits ont été confirmés par les recherches de Leriche qui a insisté sur l'importance des collatérales indirectes musculaires : « le muscle se transforme en une véritable éponge sanguine ».

Plus récemment, on a étudié le mécanisme du rétablissement de la circulation au cours des résections artérielles. B. Dolgo Saburoff de Leningrad a montré, en 1931, que les résections artérielles même étendues, n'entraînaient que des troubles modérés.

Il a fait chez le même chien d'un côté une résection de l'artère axillaire et d'une partie de l'artère humérale, de l'autre côté, une ligature de l'artère axillaire.

Une radiographie faite le lendemain, après injection de substance opaque dans la circulation, montre le développement considérable de la circulation collatérale du côté de l'artère réséquée, l'absence de modifications importantes du côté ligaturé. Alvaro Rodriguez en 1932 a fait une série d'expérimentations analogues, mais il a surtout noté l'action très favorable de la sympathectomie lombaire après résection du carrefour aortique.

Mais c'est avant tout l'ensemble des travaux expérimentaux de Leriche qui ont apporté des notions particulièrement intéressantes.

Cet auteur a étudié comparativement les ligatures et les résections sur des segments artériels homologues du lapin, puis il a pratiqué des ligatures étagées multiples chez le chien dont il a comparé les résultats aux résections artérielles étendues qui lui ont permis de réaliser « les chiens sans artères ».

De l'ensemble de ces travaux expérimentaux, il résulte que l'artériectomie favorise bien plus que ne le fait la simple ligature, le rétablissement de la circulation par le développement des collatérales surtout musculaires. Et Leriche conclut : « Evidemment, cette circulation collatérale ne vaut pas la circulation qui se fait par la voie normale, mais elle est capable de la suppléer dans une certaine mesure ».

II. — Remarques anatomo-cliniques sur les artérites.

La multiplicité des lésions artérielles que décèle l'anatomie pathologique a permis d'établir une classification des artérites, classification complétée et précisée par certaines données cliniques et étiologiques. Cependant la pathogénie de ces affections reste encore très obscure et la conduite thérapeutique pour chaque cas déterminé est l'objet de trop de discussions, de trop d'indications variables selon chaque auteur, de trop d'insuccès pour qu'on puisse lui accorder actuellement une valeur absolue.

L'artériographie permet dès ses débuts d'envisager les artérites sous un jour tout à fait nouveau. Si l'interprétation des images qu'elle fournit, doit évidemment être rapprochée des notions cliniques, évolutives, anatomo-pathologiques acquises pour chaque forme, il semble que l'on peut grouper les différents aspects radiologiques obtenus en une systématisation dont le caractère primordial est de donner des indications thérapeutiques rationnelles.

L'artériographie montre que certains aspects de lésions vasculaires, oblitération segmentaire par exemple, peuvent se rencontrer dans les formes d'artérite en apparence clinique les plus diverses et que, d'autre part, des modalités cliniques superposables peuvent être sous la dépendance de lésions très dissemblables.

Ce sont là des faits que nous rencontrons dans la majorité de nos observations et ce n'est que pour rester encore traditionnel que nous étudions les résultats fournis par l'artériographie en conservant la classification en : artérites séniles, préséniles, juvéniles, infectieuses.

III. — Le rôle de l'artériographie.

L'artériectomie semble donc une méthode de choix de certaines variétés d'artérites, où la thrombose est isolée et segmentaire et où il existe une circulation phérique suffisante ou susceptible d'être améliorée par vasodilatation.

L'examen clinique devra donc essayer de rechercher ces oblitérations artérielles particulières. Mais on sait que l'examen oscillométrique segmentaire et comparatif le mieux conduit, après épreuve du bain chaud, donne des renseignements d'interprétation délicate. A plus forte raison la multitude de toutes les épreuves proposées qui prouvent par leur nombre même leur valeur relative.

Nous pensons que seul l'artériographie permet de préciser, à la fois le siège et l'étendue de la thrombose artérielle. En outre, elle donne des indications indispensables sur l'état de la circulation collatérale. Elle fournit en somme tous les renseignements nécessaires et suffisants pour poser l'indication ou la contre-indication de l'artériectomie.

On verra dans les observations suivantes qu'elles nous a permis de faire faire l'artériectomie dans d'excellentes conditions. On remarquera que toujours ce nouveau procédé d'exploration nous a donné des résultats précis. Nous pensons que l'artériographie a le droit de prendre place dans les examens paracliniques indispensables à faire chez tout malade atteint d'artérite des membres inférieurs. On pourra ainsi, dans de nombreux cas, les faire bénéficier d'une opération conservatrice qui amènera une grosse amélioration des troubles fonctionnels, de la circulation collatérale elle-même et qui, en définitive, renforcera la vitalité du membre, ou on sera amené, grâce à elle, à poser d'une manière particulièrement rationnelle les indications de l'amputation.

L'étude analytique d'une série de cas d'artérites nous permet de reprendre l'ensemble des problèmes que nous venons d'exposer et de montrer l'intérêt primordial de l'artériographie.

IV. — Etude artériographique des artérites.

I. ARTÉRITES SÉNILES.

A) Généralités.

Dans le chapitre nosologique encore si confus des artérites, les artérites séniles sont parmi les mieux étudiées et celles dont les indications thérapeutiques sont les moins discutées.

Leur étiologie est celle si imprécise de l'athérome et de l'artério-sclérose, c'est toute l'étude reprise par Lian de la dyscrasie de l'âge critique, des rapports cliniques de l'hypertension et de l'artério-sclérose. Dans la pathogénie des artérites séniles on a invoqué en dehors de certaines causes prédisposantes : l'âge, la sénilité précoce, la plus grande fréquence chez l'homme, le rôle de certaines professions et surtout celui de l'hypertension artérielle dont on commence à entrevoir le retentissement périphérique une série de causes déterminantes : intoxications tabagiques, saturnines, alcooliques ; ou encore diverses infections rhumatismales, typhiques, paludéennes et surtout syphilitiques. Mais chez un sujet ayant dépassé la cinquantaine il est trop souvent impossible d'établir l'existence certaine de l'un ou plusieurs de ces facteurs.

On a également attribué une valeur pathogénique importante aux troubles de la régulation humorale. Les perturbations du métabolisme des lipides et en particulier du cholestérol, celles du fonctionnement surrénal, thyroïdien, ovarien, testiculaire, les modifications de l'équilibre acide-base jouent certainement dans la genèse de ces lésions artérielles un rôle très important. Cependant là encore par la clinique et la biologie il est encore impossible actuellement de déterminer le rôle précis de chacune de ces notions pour un cas donné, c'est dire combien toute thérapeutique étiologique est aléatoire.

En admettant que l'étude clinique et biologique d'une artérite sénile permette d'en déterminer approximativement

mais suffisamment l'étendue et le degré des lésions artérielles et artériolaires, d'en reconnaître l'étiologie réelle, comment peut-on en fixer le pronostic par les connaissances acquises jusqu'à maintenant.

L'allure évolutive même de l'affection, son début brutal ou progressif, la variabilité des phénomènes ischémiques, l'existence de douleurs de décubitus, l'apparition de troubles trophiques sont autant de faits qui, par leur groupement, peuvent constituer autant de tableaux cliniques plus ou moins favorables.

Cependant il faut tenir compte encore de la notion d'âge et surtout de celle de terrain. On connaît l'allure lentement mais progressivement évolutive des artérites pré-séniles, les longues phases de stabilité des artérites séniles qui peuvent être brutalement interrompues par une poussée aiguë imprévisible. Ce n'est pas en effet sur les données oscillométriques et sur les différentes épreuves d'exploration de la circulation cutanée que l'on peut se baser, ni sur les trop fragiles notions étiologiques que nous avons rappelées que l'on oserait fixer par avance l'évolution future de ces artérites.

Ainsi les éléments étiologiques, guides habituels de toute thérapeutique, sont ici des bases insuffisantes ce qui explique les si nombreux traitements sans cesse proposés et leurs échecs si fréquents.

Et c'est dans cet esprit que Laubry a pu écrire : « Porter dans ces conditions un pronostic indéterminé est chose facile, puisque d'une façon générale, on connaît les menaces graves qui pèsent sur l'athéromateux, mais porter un pronostic ferme, assigner à cette évolution une échéance fixe est presque impossible, seules quelques remarques s'imposent :

1^o L'évolution, livrée à elle-même, sans à-coups, sans complications, est interminable. En cela, elle diffère de l'évolution des artérites subaiguës, notamment syphilitiques, dont son histoire clinique la rapproche, mais dont la marche n'est pas la même, et brûle davantage les étapes.

2^o Il n'est pas permis d'augurer exactement de l'état des artères profondes par l'état des artères périphériques. Il faut connaître le caprice de l'athérome dans sa répartition, sa localisation, aussi bien que dans son évolution.

3^o Les troubles fonctionnels ne sauraient donner sur la gravité de l'athérome que des données toutes approximatives : telles lésions sont à peine marquées qui donnent lieu à des douleurs ou à des troubles accusés.

4^o La généralisation de l'athérome tout au moins apparente est compatible avec une survie prolongée ».

Parmi toutes les médications préconisées dans ces dernières années citons seulement l'importance que l'on accorde à la cure hygiéno-diététique, aux anti-coagulants, à l'insuline, aux extraits glandulaires, surtout aux remarquables propriétés de l'acétylcholine bien étudiées par M. Villaret, aux anti-infectieux, aux agents physiothérapiques, bains chauds, douches d'air chaud, diathermie, gymnastique, bains carbogazeux, radiothérapie.

Mais l'évolution des artérites séniles reste tellement imprévisible, quel que soit le traitement mis en œuvre, qu'il faut reconnaître combien il est délicat sinon impossible d'établir et la valeur de ces différentes thérapeutiques et en particulier la durée de leur action.

Et d'ailleurs inévitablement on est amené à envisager les traitements chirurgicaux. Nous n'insisterons pas sur la fortune et les critiques actuelles de la sympathectomie dont les indications précises et les effets n'ont pas pu être établies par les procédés classiques d'étude des artérites.

La surrénalectomie n'est certes pas à préconiser chez les séniles.

La névrotomie pratiquée avec d'heureux résultats palliatifs par Quénu n'a qu'une valeur symptomatique quant aux indications de l'amputation au cours des gangrènes artérielles séniles.

Ce n'est qu'une thérapeutique de nécessité qui ne vise

nullement l'amélioration du processus artériel. Malheureusement la fréquence actuelle de la gangrène rend importante son étude et l'on sait combien on discute encore sur le siège de l'amputation lorsqu'elle n'est guidée que par les données cliniques, oscillométriques et de capacité fonctionnelle de la circulation cutanée.

OBSERVATIONS

OBSERVATION I. — M. F., 52 ans. Depuis 18 mois, douleurs dans les membres inférieurs, avec claudication intermittente et refroidissement du membre inférieur droit, particulièrement des orteils.

L'examen oscillométrique montre qu'il n'existe aucune oscillation dans toute la jambe, par contre au tiers inférieur de la cuisse du côté droit, l'indice oscillométrique est de 4.

Urée sanguine et cholestérol sont normaux.

Pas de syphilis.

Artériographie. — Ponction transcutanée de l'artère fémorale. Injection de 25 centimètres cubes de ténébryl à 30 %, clichés pris à la 16^e seconde.

L'artère fémorale a perdu sa souplesse, ses bords sont irréguliers ; elle a plusieurs rétrécissements importants de son calibre ; à la cuisse, la circulation collatérale est bonne, au tiers supérieur de la jambe, on remarque l'oblitération totale des artères de jambe.

OBSERVATION II. — Mme G., 83 ans. Malade du service du docteur L. Bazy.

Radiographie du service du docteur J. Belot.

Longue histoire d'artérite chronique bilatérale.

Gangrène sèche étendue jusqu'au milieu de la jambe gauche. De ce côté, il n'existe aucune oscillation jusqu'au tiers supérieur de la cuisse.

L'artériographie, non reproduite ici, montre une oblitération à 18 centimètres environ de l'arcade crurale, une faible circulation collatérale.

Du côté droit, faibles oscillations ($1/2$) au cou-de-pied, augmentant rapidement à la partie moyenne de la jambe.

Artériographie. — Ponction transcutanée de l'artère fémorale. Injection de 28 centimètres cubes de thorotrast. Pression de 1,3 atmosphères. Cliché pris à la 15^e seconde.

Artère fémorale superficielle rigide, à bords irréguliers, moniliformes, avec quelques angulations.



Fig. I. — Artérite sénile (Obs. II).
Cercle péri-articulaire du genou normal. Artère péronière et tibiale antérieure normale. Artère tibiale postérieure oblitérée à 1 cm. 1/2 de son origine au ras du profil externe du tibia.

Artère fémorale profonde développée.

Bonne circulation collatérale crurale.

Cercle périarticulaire du genou normal.

Artères péronière et tibiale antérieure normales. Tibiale postérieure oblitérée à 1 cm. 1/2 de son origine.

OBSERVATION III. — M. G., 70 ans. Malade du service du docteur L. Bazy.

Radiographie du service du docteur J. Belot.

Artérite bilatérale.

Gangrène sèche à évolution progressive du gros orteil droit



Fig. II. — Artérite sénile (Obs. III).
Artériographie faite par injection de ténébryl, 20 cc. à 45 %: L'artère fémorale superficielle est oblitérée à 20 cm. de la tête fémorale. Sur sa terminaison se projettent trois branches de l'artère fémorale profonde. Circulation collatérale particulièrement sinueuse.

extrêmement douloureuse. Les oscillations débutent au tiers inférieur de la cuisse droite (1,5), augmentent progressivement au tiers moyen de la cuisse.

Hypercholestérinémie. Pas d'hyperglycémie.

On pense que l'oblitération siège à la partie moyenne ou inférieure de cuisse.

Une première artériographie est pratiquée au thorotrast de 19 centimètres cubes, 1,5 atmosphères. Cliché à la 10^e seconde. Il n'existe sur cet artériogramme aucun tronc artériel principal.

Un grêle réseau aboutit à la constitution d'un cercle artériel périmalléolaire très développé.

La seconde artériographie faite sous anesthésie générale par ponction transcutanée de l'artère fémorale, injection de 20 centimètres cubes de ténébryl à 45 %. Pression 1,250 atmosphères. Cliché pris à la 12^e seconde.

L'injection de l'artère fémorale superficielle montre le siège de l'oblitération à 20 centimètres de la tête fémorale. Sur sa terminaison, se projettent trois branches de l'artère fémorale profonde bien développée, circulation collatérale normale et particulièrement sinueuse déjà très atteinte par le processus athéromateux.

Amputation circulaire de cuisse à 20 centimètres de la tête fémorale. En cours d'intervention, on vérifie que ce point est à la limite même de l'oblitération. Cicatrisation normale.

La dissection des vaisseaux sur le membre amputé permet de constater la thrombose complète de la fémorale, un anévrysme Hunterien également thrombosé. A partir de la poplitée, les végétations endartérielles ne sont pas conglomérées, il existe entre elles une lumière virtuelle qu'on utilise pour injecter, sous très forte pression, 30 centimètres cubes de substance opaque.

Le cliché pris dans ces conditions montre un aspect lacunaire de l'artère poplitée. Les troncs principaux disparaissent sur de nombreux segments. Une quantité d'artères fonctionnellement supprimées sont là injectées grâce à l'atonie cadavérique et grâce à l'injection d'un grand nombre de végétations. Le réseau périmalléolaire est particulièrement dense.

OBSERVATION IV. — Mme L., 81 ans. Malade du service du docteur Bazy.

Radiographie, service du docteur J. Belot.

Longue histoire d'artérite chronique sénile bilatérale. Hypercholestérinémie.

Gangrène du pied et tiers inférieur de jambe.

Artériographie. — Membre inférieur droit. Ponction transcutanée fémorale sous anesthésie au numal. Injection de 30 centimètres de ténébryl à 30 %. Pression 1,450 atmosphères. Cliché pris à la 16^e seconde.

Oblitération de l'artère fémorale superficielle à 15 centimètres de l'arcade crurale.

Fémorale profonde oblitérée au niveau du petit trochanter.

Le cliché est peu contrasté, flou, ne permet pas d'apprécier les contours des artères principales.

Faible vascularisation de la cuisse par de très grêles collatérales.

OBSERVATION V. — M. H., G., 59 ans. Malade du service du docteur M. Flandin.

Radiographie du docteur Beaujard.

Artérite chronique sénile, localisée au membre inférieur gauche ; évoluant depuis longtemps sans phénomènes ischémiques, avec des crises douloureuses violentes. Sympathectomie périfémorale à la partie basse du Scarpa, faite en juillet 1932, à Strasbourg, dans le service du docteur Leriche.

En janvier 1934, les phénomènes douloureux s'exagèrent. Indice oscillométrique nul jusqu'à la partie moyenne de la jambe gauche. Augmente progressivement, normal à 4 travers de doigts au-dessus du genou.

Artériographie. — Ponction fémorale transcutanée sous anesthésie au numal. Injection de 25 centimètres cubes de ténébryl à 35 %. Pression de 1,40 atmosphères. Radiographie prise au bout de 14 secondes.

Artère fémorale superficielle de calibre légèrement rétréci sur 8 centimètres, à l'union du tiers supérieur et du tiers moyen de la cuisse, répondant au niveau de la sympathectomie.

Oblitération de la fémorale superficielle à 8 centimètres du bord supérieur du condyle ; de là, partent deux collatérales importantes qui contribuent à la formation du réseau péri-articulaire du genou. Ce réseau est très développé et alimenté par de nombreuses autres branches collatérales verticales venant de la cuisse.

Le tronc tibio-péronier apparaît juste avant sa bifurcation.

Les artères tibiales postérieures et tibiales antérieures ne sont opacifiées que sur quelques centimètres.

Dans l'ensemble, la circulation collatérale crurale et jambière est satisfaisante.

L'aspect général de toutes les artères est sinueux, légèrement anguleux.

OBSERVATION VI. — Mme X., 78 ans. Malade du service du docteur Bazy.

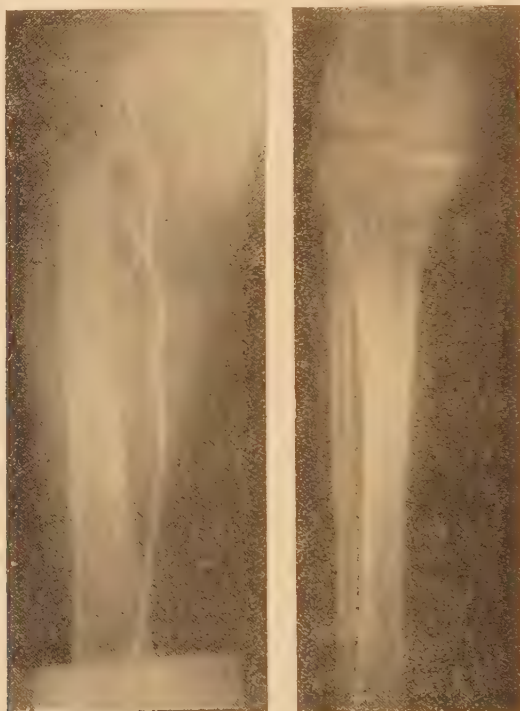


Fig III. — Artérite sénile (Obs. VI). Aspect sinueux, rigide, anguleux de toutes les artères. L'artère fémorale superficielle a sur son contour externe de véritables marches d'escalier. Oblitération de l'artère poplitée en regard des condyles fémoraux ; sa branche articulaire supérieure et externe est seule perméable.

Radiographie service du docteur Belot.

Artérite sénile bilatérale prédominant à gauche où il existe une

gangrène sèche avec lymphangite de tout l'avant-pied. Les oscillations débutent au tiers inférieur de la cuisse (2) ; elles augmentent très rapidement d'amplitude. Glycémie 1. gr. 46.

Artériographie. — Ponction transcutanée de l'artère fémorale sans anesthésie. Injection de 20 centimètres cubes de dioxyde de thorium. Pression 1,4 atmosphère. Cliché pris à la 11^e seconde. L'injection a été faite dans l'artère fémorale profonde qui naît haut sous l'arcade crurale de la fémorale commune.

L'artère fémorale superficielle est injectée par reflux. Aspect sinueux, rigide, anguleux, de toutes les artères ; la fémorale superficielle réalise sur son contour externe de véritables marches d'escalier. Oblitération de l'artère poplitée en regard des condyles fémoraux, seule la branche collatérale articulaire supéro-externe de l'artère poplitée est perméable.

OBSERVATION VII. — Mme D. malade du service du Docteur Lian.

Artérite sénile bilatérale caractérisée surtout par des crises de claudication intermittente, sans gangrène. Les oscillations sont presque nulles aux deux jambes mais alors qu'à droite elles repaissent au tiers moyen et au tiers supérieur, à gauche, elles ne dépassent un degré de l'oscillomètre de Pachon qu'au tiers inférieur de la cuisse.

Artériographie : Ponction transcutanée de l'artère fémorale sans anesthésie, injection de 20 centimètres cubes de dioxyde de thorium ; Pression 1,2 atmosphère, cliché pris à la 14^e seconde.

On voit très nettement le réseau de l'artère fémorale superficielle et de l'artère fémorale profonde, ces deux vaisseaux sont irréguliers dans l'ensemble.

A la partie inférieure de l'artère poplitée il y a une oblitération segmentaire qui se poursuit pendant six à sept centimètres ; bonne circulation collatérale.

OBSERVATION VIII. — M. D. malade du service du Docteur Lian.

Artérite sénile bilatérale caractérisée surtout par des phénomènes douloureux diurnes et nocturnes. L'examen oscillométrique montre une diminution importante de l'indice aux tiers inférieurs des deux jambes. Au-dessus il n'y a que des modifications légères. Pas de troubles humoraux. Pas de syphilis.

Artériographie par ponction transcutanée de l'artère fémorale sans anesthésie, injection de 22 centimètres cubes de dioxyde de thorium à la pression de 1,5 atmosphère. Cliché pris à la 17^e seconde. L'ensemble du réseau artériel est complètement dessiné à la cuisse, à la jambe mais dès le tiers moyen de la jambe on voit les artères qui s'injectent inégalement ; alors que l'artère tibiale antérieure, et l'artère péronière sont bien injectées, l'artère tibiale postérieure ne l'est pas dès son origine.

C) — Déductions basées sur l'artériographie des artérites séniles.

La fréquence des artérites séniles, l'application première de l'artériographie à cette affection, permettent actuellement des conclusions précises sur la valeur de ce procédé d'exploration.

L'étude clinique des artérites oblitérantes des membres inférieurs ne permet de fixer le siège d'une oblitération que de façon très approximative et souvent même grossièrement erronée.

Dans toutes nos observations, nous avons cependant recherché à préciser ce siège en groupant le résultat des différentes méthodes aujourd'hui encore en honneur. Nous avons comparé successivement les données de l'oscillométrie, en tenant compte des remarques de Babinski et Heitz, les résultats de l'épreuve de Moscovitz, du brossage de la peau, de l'arrosage à l'éther, de la raie vasomotrice, du test d'Aldrich et Mac-Clure.

De toutes ces épreuves, la meilleure est incontestablement l'oscillométrie, qui doit être non seulement segmentaire, comparative, mais surtout répétée, car même en dehors de l'épreuve du bain chaud — bain froid, il existe des modifications journalières de l'indice oscillométrique, la comparaison de ces différentes épreuves avec les résultats de nos artériogrammes, jugée en dernier ressort par certaines constatations opératoires, appuie une fois encore la précision

inégalable de l'artériographie. Elle seule permet de réaliser sur le vivant, une véritable dissection fonctionnelle de la vascularisation :

Calibre, importance, régularité et progression de décroissance,

Courbure, souplesse,

Régularité des bords,

Homogénéité d'opacité,

Valeur de la circulation collatérale,

Valeur de la circulation capillaire qui sera mesurée par les radiographies en série d'après la rapidité de l'opacification veineuse,

Vitesse de progression intra-artérielle qui sera jugée par les différents films chronométrés, en fonction de la tension artérielle et du débit de l'injection.

Précision des oblitérations segmentaires.

Ainsi, les déductions cliniques et thérapeutiques de l'artériographie des artérites séniles deviennent importantes :

Importance des lésions endoartérielles : homogénéité, aspect lacunaire, oblitération totale ou segmentaire.

Importance des lésions pariétales : courbure, flexuosité, angulation, irrégularité de calibre, aspect moniliforme, en marche d'escalier.

Localisation de ces lésions par rapport aux troncs principaux, à l'origine des principales collatérales.

Figuration parfaite de la circulation collatérale fonctionnelle.

Appréciation de la valeur circulatoire des capillaires par la rapidité de l'opacification veineuse.

On conçoit que ces tests soient la base d'un remaniement nosologique des artérites, qui nécessite encore la compilation de nombreux documents. Dès maintenant, les déductions thérapeutiques se précisent sur les résultats de l'artériographie :

L'oblitération totale avec circulation collatérale défici-

taire impose l'amputation. L'artériographie ne permet aucune hésitation sur l'étendue du segment de membre à sacrifier.

L'oblitération totale des troncs principaux avec très bonne circulation collatérale, permet de discuter suivant son importance, l'âge et la résistance du sujet, la sympathectomie péri-iliaque externe, la ramisection lombaire, la thérapeutique médicale.

L'oblitération segmentaire impose, depuis les si remarquables recherches physiologiques et pathologiques de Leriche, l'artériectomie, associée ou non, aux sympathectomies.

Les altérations pariétales sans oblitération, relèvent avant tout des sympathectomies, de la thérapeutique médicale, dont les données actuelles doivent être vérifiées de façon précise et les progrès ultérieurs guidés sûrement par l'artériographie.

II. — Artérites préséniles.

Ce groupe extrêmement complexe, est basé avant tout sur une notion d'âge, mais également sur une série de caractères cliniques, évolutifs, anatomo-pathologiques, dont les différents éléments se rapprochent tantôt des artérites juvéniles, tantôt des artérites séniles, renfermant toute une gamme de formes intermédiaires.

Les caractéristiques anatomo-pathologiques de ces artérites permettent, semble-t-il, de les individualiser. Ce ne sont pas des lésions d'artériosclérose banale hyperplasie considérable de la tunique moyenne, ni des lésions d'athérome vrai : l'endartère n'est pas le siège de foyers de dégénérescence avec cellules embryonnaires et substance amorphe, mais des lésions de calcification simple de la média prédominant sur les artères distales et bien isolées par Moenckeborg, qui donnent à ces formes une entité anatomopathologique.

Il s'agit là d'un processus spécial ayant pour base un trouble

du métabolisme comme l'athérome et l'artériosclérose, mais de pathogénie différente. On a pu en effet, chez l'animal, reproduire l'athérome par ingestion de cholestérine et des lésions de type Moenckeberg par injection d'adrénaline sur le lapin.

S'il existe ainsi une véritable opposition des lésions anatomopathologiques, il n'est pas rare de voir coexister sur un même segment d'artère, une dégénérescence de l'intima de type athéromateux et une sclérose de la média, type Moenckeberg.

L'anatomie pathologique distingue formellement les artérites juvéniles, généralisées, de type inflammatoire dont l'aspect le plus typique est la thrombo-angéite oblitérante, et les artérites préséniles.

Au contraire, la clinique ne saurait autoriser dans bien des cas, une telle opposition. La notion de race est reconnue actuellement insuffisante pour affirmer ou infirmer le diagnostic de maladie de Buerger, et d'ailleurs n'a-t-on pas invoqué à l'origine de la maladie de Buerger des causes analogues à celles des artérites préséniles : Intoxication alimentaire, dysfonctionnements glandulaires ou infections à localisation vasculaire élective (typhoïde, typhus exanthématique, grippe).

Les caractères cliniques de la douleur ne sont pas pathognomoniques, l'importance des troubles trophiques, les modifications hématologiques ne sont pas suffisamment tranchées pour isoler ces deux groupes d'artérites. Les renseignements fournis par l'oscillométrie, les localisations du processus, sa généralisation, les caractères évolutifs, sont impuissants eux aussi, à assurer une telle répartition, ce ne sont pas encore les résultats obtenus par des thérapeutiques à tendance étiologique (surrénalectomie, traitement endocrinien et anti-infectieux) dont les succès sont déjà trop connus, pour que l'on puisse baser sur eux une telle différenciation.

Par contre, l'artériographie permet au même titre que

l'anatomie pathologique, d'opposer les artérites préséniles et les artérites juvéniles, de rapprocher les artérites préséniles et les artérites séniles. En effet, dans les artérites préséniles, l'artériogramme met en évidence les anomalies de régularité du calibre, de distribution de lésions pariétales, de courbures, possibilité de localisation segmentaire en un point quelconque de l'arbre artériel. Tous ces caractères sont en général, simplement moins accentués que sur les clichés d'artérite sénile. Ces aspects artériographiques s'opposent nettement à ceux constatés dans les artérites juvéniles.

Les deux observations suivantes illustrent ces faits.

OBSERVATION IX. — M. G. G., 47 ans. Malade adressé par le docteur Richon, dans le service du docteur Bazy.

Artériographie faite dans le service du docteur Lian.

Depuis décembre 1932, violentes douleurs dans les membres inférieurs, surtout à droite. En juin 1933, crises plus importantes avec refroidissement des extrémités obligeant le malade à s'aliter. Cyanose du pied droit, teinte lilas du premier orteil droit.

L'indice oscillométrique est nul aux tiers inférieur et moyen de la jambe droite, atteinte 1 au tiers supérieur de la jambe et 4 au tiers moyen de la cuisse.

Urée sanguine, constante d'Ambard normales.

Glycérine ; 1 gramme ; cholestérol : 2 gr. 37.

Syphilis en 1905. Traitée à partir de 1930.

B. W. et Hecht négatifs.

Artériographie le 24 octobre 1933, par ponction transcutanée de l'artère fémorale. Injection de 20 centimètres cubes de thoro-trast, sous pression de 1,3 atmosphères.

Artère fémorale superficielle, partie supérieur de la poplitée de calibre irrégulier, rigides.

Oblitération de l'artère poplitée au niveau de l'artère articulaire inféro-externe. L'artère tibiale postérieure apparaît à 7 centimètres au-dessous de cette oblitération. Elle se remplit par voie collatérale. Les artères tibiale antérieure et péronière sont à peine visibles.

Artériectomie le 4 novembre 1933, par H. Reboul, sous la direction du docteur L. Bazy, aidé par le docteur Segond.

L'artère poplitée et le tronc tibio-péronier sont entourés par du



Fig IV. — Artérite présénile (Obs. IX).
Oblitération de l'artère poplitée en
regard de l'artère articulaire inféro-
externe. L'artère tibiale postérieure
se remplit par voie collatérale.

tissu scléreux, dense, sont immobiles et de calibre très réduit. L'artère poplitée est sectionnée au-dessous de l'artère articulaire inféro-externe.

Immédiatement, le segment sus-jacent de l'artère poplitée et ses branches collatérales largement-découvertes, immobiles, se mettent à battre avec une forte expansion.

On résèque 7 centimètres du tronc artériel oblitéré de bout en bout. Cicatrisation en 8 jours.

Les douleurs cessent, le pied se réchauffe, reprend une coloration peu à peu normale dès le soir de l'intervention.

Actuellement, amélioration fonctionnelle importante qui permet la marche pendant deux kilomètres.

CONCLUSIONS. — Ainsi, les données étiologiques, cliniques, évolutives, thérapeutiques, sont incapables d'orienter sûrement le diagnostic dans le cadre d'artérite présénile ou juvénile.

Les aspects artériographiques des artérites préséniles sont de même ordre que ceux des artérites séniles et leur intérêt thérapeutique est identique.

III. — Artérites juvéniles.

Nous ne discuterons pas de nouveau la valeur diagnostique de l'anatomie pathologique, de l'étiologie, de la clinique, de la thérapeutique, dans les artérites juvéniles.

L'artériographie révèle là une figuration artérielle très particulière, le calibre est globalement réduit, diminue progressivement et rapidement sur les segments distaux et les branches collatérales. Les courbures sont très régulières et allongées.

Là encore, mais plus rarement, semble-t-il que dans les autres artérites, on peut constater des localisations d'oblitération segmentaire.

Nous avons rencontré les mêmes aspects de vascularisation dans une maladie de Buerger typique et dans une artérite juvénile survenant chez une femme de 23 ans non israélite.

OBSERVATION X. — Mme L., 23 ans, française, non israélite.
Malade du service du docteur L. Bazy.

Radiographie : service du docteur J. Belot. Gangrène du 4^e orteil

droit. La malade souffre des deux membres inférieurs. Phénomènes de claudication intermittente depuis l'âge de 10 ans. A 16 ans, gangrène et amputation du 5^e orteil droit. Sympathectomie péri-fémorale haute faite 3 ans auparavant sans aucune amélioration fonctionnelle.

Pas d'antécédents pathologiques notables.

Indice oscillométrique nul à la jambe droite et diminution très sensible des oscillations à la cheville gauche.

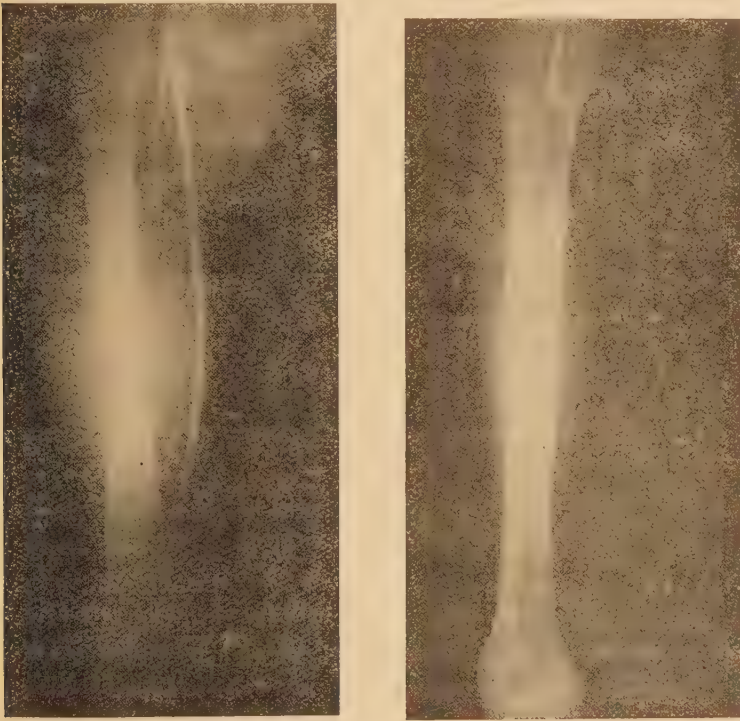


Fig. V. — Artérite juvénile. Artères graciles ou de courbures normales parfaitement régulières. Artère fémorale profonde de calibre rapidement décroissant. Faible développement de la circulation collatérale. Les artères des jambes sont perméables mais s'effilent et disparaissent après quelques centimètres.

Artériographie. — Ponction transcutanée de l'artère fémorale droite sans anesthésie. Injection de 22 centimètres cubes de collo-thor. Pression : 1,5 atmosphère. Cliché pris à la 14^e seconde.

Artère gracile, de courbures normales, parfaitement régulières. Fémorales profondes, initialement normales, mais de calibre rapidement décroissant, comme toutes les autres collatérales qui sont relativement peu nombreuses.

Dès la poplitée, le tronc artériel principal diminue rapidement de volume. Les collatérales poplitées sont particulièrement grêles.

La péronière se perd rapidement. Les tibiales antérieure et postérieure sont perméables, mais s'effilent, disparaissent après quelques centimètres. Il n'existe pas de collatérales à la jambe.

IV. — Artérites aiguës.

On sait l'importance de l'infection dans la genèse des artérites. On l'a accusé, à juste titre semble-t-il, d'être à l'origine de certaines poussées évolutives des artérites séniles, préséniles, diabétiques, juvéniles. Il est des cas où elle domine le tableau clinique. Celui-ci varie depuis les modalités les plus aiguës jusqu'à des formes presque lentes. Il peut être difficile de différencier une artérite aiguë, d'une embolie artérielle, ou à l'opposé d'une artérite chronique.

La gangrène nécessite souvent une intervention chirurgicale d'urgence.

La difficulté d'interprétation de l'oscillométrie est considérable dans les cas où l'obligation de dépasser les lésions artérielles oblitérantes principales est formelle. L'artériographie trouve encore là une indication de premier plan, l'observation suivante en témoigne.

OBSERVATION XI. — M. X., 47 ans. Malade traité par les docteurs Ch. Flandin et J. Quénu.

Cette artérite aiguë débuta 5 jours après la défervescence d'une pneumonie grippale, évolua rapidement avec température aux environs de 38°, douleurs très vives et gangrène sèche de l'avant-pied, avec cependant quelques traînées lymphangitiques peu éten-

dues au 4^e jour. Aucune oscillation à partir du tiers inférieur de la cuisse.

Artériographie. — Membre inférieur droit, faite dans le service du docteur Quénu.

Radiographie du docteur Monestier. Ponction transcutanée de l'artère fémorale sous anesthésie au chlorure d'éthyle. Injection de 30 centimètres cubes de ténébryl à 30 %. Pression : 1,5 atmosphères. Cliché pris à la 15^e seconde.

Artère fémorale souple, régulière, oblitération segmentaire de l'artère poplitée et du tronc tibio-péronier. A la partie supérieure de cette oblitération existe un segment de l'artère poplitée long de 3 centimètres, qui présente un aspect lacunaire très particulier, répondant à une oblitération encore incomplète en cette zone. De la partie inférieure de cette région lacunaire partent les deux artères jumelles.

Bonne circulation collatérale fémorale et poplitée. Les artères de jambe sont injectées par voie collatérale à partir d'un centimètre au-dessus de la bifurcation du tronc tibio-péronier. L'artère tibiale antérieure, bien visible, devient brusquement imperméable au quart inférieur de la jambe. L'artère tibiale postérieure plus difficile à distinguer se projette sur le tibia et n'est plus perméable un peu au-dessus du milieu de la jambe. Quant à la péronière, on la perd rapidement.

Déductions thérapeutiques (docteur Quénu) : amputation de jambe au quart inférieur. Sympathectomie périiliaque.

Bonne cicatrisation.

CONCLUSIONS. — Les lésions artérielles peuvent être oblitérantes et segmentaires. Il est vraisemblable qu'une artériectomie guidée précocement par l'artériographie, éviterait souvent l'extension rapide et grave de ces infections artérielles. L'artériogramme règle en toute sécurité l'étendue de l'amputation ou de l'artériectomie, la nécessité ou l'inutilité de la sympathectomie associée. Grâce à elle, l'acte chirurgical dépasse sûrement les territoires lésés et lui donne le maximum de chance pour enrayer l'évolution.

CHAPITRE III

VALEUR COMPARATIVE DE L'OSCILLOMÉTRIE ET DE L'ARTÉRIOGRAPHIE DANS LES ARTÉRITES

On sait la multiplicité des épreuves qui ont été proposées pour déterminer le siège d'une oblitération, la valeur de la circulation collatérale, le rôle du spasme, nous ne rappellerons pas en détail l'épreuve du bain chaud, du bain froid, l'épreuve de Moskowitz, la raie vaso-motrice de Cosavescio, le brossage de la peau, le lavage à l'éther, le test d'Aldrich et Mac Lure. Qu'il nous suffise de dire que chaque épreuve a eu son heure de célébrité, qu'elle n'a pas tardé à sombrer dans l'oubli, ou dans l'indifférence, l'évolution de l'artérite apportant un démenti formel aux éléments de pronostic qu'on était en droit d'attendre d'une telle exploration.

Seule de toutes ces méthodes subsiste l'oscillométrie — lorsqu'elle est faite segmentaire et comparative — du haut en bas d'un membre. Grâce au brassard de Lian, elle donne des résultats, qui ne sont très intéressants.

Nous croyons surtout que la comparaison des renseignements qu'il nous fournit mérite d'être rapproché des résultats donnés par l'artériographie. Dans toutes nos observations, nous avons toujours fait une série d'explorations ; seule l'oscillométrie nous a donné des enseignements dignes d'intérêt.

Que peut-on attendre de l'oscillométrie ? Normalement,

il faut savoir que l'indice oscillométrique au tier inférieur de la jambe est, ainsi que l'a établi Lian, la moitié ou les deux tiers de l'indice oscillométrique du membre supérieur au bras.

D'autre part, à la suite des travaux de cet auteur, il ne faut attacher de valeur pathologique aux chiffres voisins de cas limite que si l'auscultation des artères des membres inférieurs vient déceler des anomalies. Il faut noter en outre que l'abolition des oscillations ne veut pas dire absence de circulation dans les gros troncs artériels. On peut voir cette abolition avec une circulation continue baveuse.

Il y a là une nuance de plus haut intérêt.

En outre, signalons que l'indice oscillométrique ne renseigne que sur l'état circulatoire des gros troncs artériels, et pas du tout sur la valeur de la circulation collatérale. Il faut penser aussi qu'on ne peut déterminer s'il y a une oblitération que sa limite supérieure. Jamais on ne pourra être renseigné sur sa limite inférieure, sur son étendue. C'est ce qu'avait déjà très bien vu Lian et Gilbert Dreyfus, en 1927, lorsqu'il avait étudié avec le lipiodol les oblitérations étagées et la valeur de la circulation collatérale dans les artérites séniles.

En somme, l'oscillométrie renseigne sur l'importance du déficit fonctionnel mais ne permet pas de préciser si l'oblitération d'un gros tronc artériel est segmentaire, généralisée, complète ou incomplète, elle ne donne aucun aperçu sur la variété anatomo-pathologique de la lésion, ni sur l'état général de la vascularisation du membre, elle permet donc tout au plus un diagnostic de syndrome.

Chaque fois, ou presque, qu'elle nous a permis de préciser le siège supérieur d'une oblitération, l'artériographie nous l'a montré. Mais inversement, nous avons trouvé des oblitérations segmentaires d'une artère de jambe tibiale postérieure avec des oscillations conservées. (OB. VIII).

En outre, dans de très nombreux cas, nous avons eu des oblitérations segmentaires de la fémorale ou de la poplitée avec une très bonne injection du cercle artériel périmalloéolaire ; l'indice oscillométrique était à zéro au cou-de-pied.

L'observation la plus typique est celle de l'artérite aiguë post-pneumococcique (obs. n° XI) dans laquelle il n'y avait aucune oscillation à partir du tiers inférieur de cuisse. Il y avait une oblitération segmentaire de l'artère poplitée avec très bonne circulation collatérale ; les artères de jambes étaient injectées et l'oblitération de la circulation devenait complète au tiers supérieur de la jambe.

On amputa le malade qui faisait une gangrène des orteils en se basant non sur l'oscillométrie au tiers moyen ou inférieur de la cuisse, mais en se basant sur l'artériographie au tiers inférieur de la jambe. La cicatrisation du moignon s'est faite en trois semaines. Trois mois plus tard, la vascularisation du membre est parfaite.

D'autre part, tout ceux qui s'attachent à l'artériectomie (Obs. IX) font de l'artériographie un procédé indispensable pour l'exploration fonctionnelle d'une artérite. Seule elle permet de diagnostiquer une artérite segmentaire, son étendue exacte, le volume de la circulation collatérale. Elle est donc la base absolument indispensable de l'application rationnelle de ce nouveau traitement chirurgical, qui semble plein de promesses.

L'oscillométrie systématiquement pratiquée, a donc un intérêt certain, elle permet de prendre certaines précautions pour faire dans d'excellentes conditions l'artériographie. Mais cette dernière méthode est sans comparaison pour apprécier

— l'état des gros troncs vasculaires,

— l'état de la circulation collatérale, en dehors desquels toute thérapeutique chirurgicale et même médicale reste sans base précise, sans moyen de contrôle objectif.

CHAPITRE IV

RÉSULTATS FOURNIS PAR L'ARTÉRIOGRAPHIE DANS LES AFFECTIONS OSSEUSES

R. Dos Santos a eu le mérite considérable d'établir la possibilité d'étudier par l'artériographie des lésions vasculaires au cours de toutes les affections localisées aux membres.

Il a déjà schématisé le processus vasculaire de certaines d'entre elles :

Le riche réseau artériolaire néoformé, la circulation veineuse précocement injectée en regard de la tumeur, chevelure vasculaire au niveau des zones lacunaires, caractéristiques de la malignité des tumeurs.

L'hyperhémie ou l'hypohémie des lésions tuberculeuses suivant leurs phases et leurs modalités évolutives.

La pauvreté circulatoire des ostéomyélites chroniques.

La diminution de la circulation articulaire au cours du rhumatisme.

De ces faits, on peut déjà conclure avec lui :

L'intérêt pratique, dans les cas de diagnostic clinique et radiologique délicats.

L'intérêt du contrôle artériographique de l'évolution et des résultats de la thérapeutique des tumeurs malignes par les méthodes conservatrices.

L'intérêt pathogénique et peut-être thérapeutique futur pour toutes les autres affections envisagées ici.

Nous avons pour la première fois artériographié une ma-

ladie de Lobstein, dont nous reproduisons ici le cliché, une maladie de Paget, dont nous donnons l'artériogramme. Ces investigations n'ont encore d'autres buts que des recherches pathogéniques.

OBSERVATION XII. — MALADIE DE LOBSTEIN.

M. G., 34 ans. Malade adressé par les docteurs Duvoir et Chapirault au docteur L. Bazý.

Radiographie du service du docteur J. Belot.

Maladie de Lobstein très caractéristique : sclérotiques bleues, 12 fractures spontanées depuis l'âge de 11 ans, surdité presque



Fig. VI. — Artériographie d'une Maladie de Lobstein.

complète, déformation cranio-faciale typique, laxité ligamentaire. Calcémie normale.

Nous avons artériographié le segment osseux qui offrait le maximum de modifications apparentes. La région sous-trochantérienne gauche, siège d'une fracture ancienne consolidée. Il existe là une augmentation assez considérable de volume avec décalcification.

Artériographie. — Ponction transcutanée de l'artère fémorale gauche sans anesthésie. Injection de 28 centimètres cubes de thoro-trast. Aiguille 8/10 millimètres - 5 centimètres. Pressions 2 atmosphères. Cliché pris à la 12^e seconde (Fig. VI).

Troncs artériels principaux assez volumineux de courbure et de bords normaux. Fémorale profonde très développée, avec réseau très important de branches musculaires et osseuses dont l'intrication est extrême dans tout le tiers supérieur de la cuisse, mais dont l'importance diminue rapidement au tiers moyen.

Ce qui est surtout frappant, c'est l'importance du réseau osseux au niveau de la zone décalcifiée contrastant avec la faible vascularisation diaphysaire.

Nous croyons possible de comparer ces faits à ceux qu'il nous a été donné d'observer sur une artériographie de maladie de Paget osseuse. Le calibre de toutes les artères, la richesse des collatérales, étaient tels que sur le cliché parfaitement net le contraste de l'opacification est insuffisant pour permettre cette interprétation facile. Cette hypervascularisation était particulièrement intense au niveau des régions osseuses les plus décalcifiées et déterminait en ces zones un remplissage veineux extraordinairement rapide.

OBSERVATION XIII. — MALADIE DE PAGET.

Malade du service du Docteur L. Bazy. Maladie de Paget typique avec lésion prédominant avant tout au voisinage du genou gauche. Fracture spontanée de la jambe gauche.

Artériographie par ponction transcutanée de l'artère fémorale, injection de 25 centimètres cubes de ténébryl à 45 %, pression 1,6 atmosphère. Cliché pris à la dixième seconde. On remarque que le développement considérable de la vascularisation, surtout le réseau périarticulaire du genou est constitué par de très nombreux vaisseaux de calibre souvent important. — Fig. VII.

Les tissus osseux et musculaires sont précocement infiltrés, leur degré de contraste étant très supérieur à celui d'un cliché témoin, mais il n'y a pas d'injection veineuse.

C'est là un simple document, peut-être.

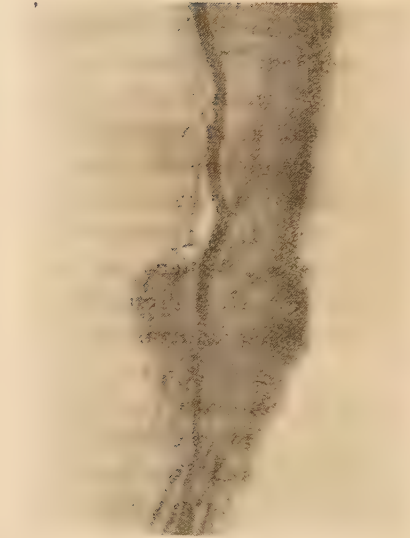


Fig. VII. — Artériographie d'une maladie de Paget.



Fig. VIII. — Artériographie d'une tumeur osseuse maligne.

OBSERVATION XIV. — MÉTASTASE FÉMORALE D'UNE TUMEUR THYROIDIENNE.

Malade du service du docteur L. Bazy. Depuis quatre mois tumeur de la cuisse droite. Fracture spontanée il y a deux mois. Toutes ces manifestations sont survenues au cours de l'évolution d'une tumeur thyroïdienne.

Artériographie par ponction transcutanée de l'artère fémorale. Injection de 20 centimètres cubes de ténébryl à 35 %. Pression 1,6 atmosphère, cliché pris à la dixième seconde. (Fig. VIII).

On voit nettement l'artère fémorale superficielle et profonde dont les rapports sont changés par la tumeur osseuse. La circulation collatérale est particulièrement développée et sur le cliché mieux que sur la reproduction on commence à voir l'injection de la circulation de retour. De nombreux clichés permettront-ils de comparer l'état de la circulation dans cette affection et de tirer des conclusions sur le rôle de ces troubles vasculaires dans la pathogénie d'une maladie encore bien obscure ?

OBSERVATION XV. — ARTHROPATHIE TABÉTIQUE.

M. D., 66 ans. Malade du service du docteur Ch. Flandin.

Radiographie du docteur Beaujard.

Tabes typique avec déformation et hypertrophie légères de l'articulation tibio-tarsienne droite.

L'examen oscillométrique ne décèle aucune altération vasculaire.

Artériographie. — Ponction transcutanée de l'artère fémorale droite. Injection de 30 centimètres cubes de ténébryl à 30 % à la pression de 2 atmosphères. Cliché pris à la 14^e seconde. Pas d'anesthésie. Aucune douleur.

Troncs artériels flexueux, sans souplesse, à bords légèrement irréguliers.

Collatérales très grêles. La fémorale profonde n'apparaît pas.

Les artères articulaires du genou sont particulièrement grêles.

Articulation tibio-tarsienne et tarse très peu vascularisés.

A noter la bifurcation haute de l'artère poplitée, juste au-dessus de l'interligne articulaire du genou.

OBSERVATION XVI. — ARTHRITE CHRONIQUE DU GENOU.

M. B., 47 ans. Malade du service du docteur L. Bazy.

Radiographie : service du docteur G. Belot.

Arthrite sèche chronique du genou droit évoluant depuis plusieurs années avec des poussées douloureuses fréquentes.

Artériographie. — Ponction transcutanée de l'artère fémorale. Injection de 30 centimètres cubes de thorotrast. Pression de 1,5 atmosphère. Radiographie prise au bout de 15 secondes.

Vascularisation crurale normale.

Cependant, peu de collatérales à la partie inférieure de la cuisse.

Branches collatérales musculaires de la poplitée normales, tandis qu'aucune des artères articulaires n'apparaît.

OBSERVATION XVII. — OSTÉITE SYPHILITIQUE DU PÉRONÉ.

M^{me} R. G., 54 ans. Malade du service du docteur L. Bazy.

Radiographie : service du docteur L. Belot.

Au début de septembre 1933 est apparue progressivement une volumineuse tuméfaction développée à la partie moyenne de la loge externe et postérieure de la jambe gauche, de limite imprécise, faisant corps avec l'os, amincissant les téguments de la face antéro-externe qui sont tendus, luisants et rouges, circulation collatérale développée. Chaleur locale augmentée.

Dans les antécédents de la malade, une typhoïde 26 ans auparavant. Syphilis à 32 ans. Malade traitée. Cliniquement et radiologiquement, on ne peut faire un diagnostic.

Artériographie. — Ponction transcutanée de l'artère fémorale. Injection de 30 centimètres cubes de thorotrast. Pas d'anesthésie. Pression 1,4 atmosphère. Prise de cliché à la 19^e seconde.

Artère normale à la cuisse, au creux poplité, à la partie supérieure et inférieure de la jambe, du pied. A noter cependant que les articulations du genou sont relativement peu développées.

A la partie moyenne de la jambe existe un réseau artériolaire assez abondant, de disposition et de courbures rappelant le système vasculaire normal, les veines sont déjà faiblement injectées.

D'après ce que nous a appris R. Dos Santos, il ne s'agit certainement pas d'une tumeur maligne que la radiographie simple pouvait éliminer, vraisemblablement pas d'une ostéite typhique ou à pyogènes banaux dont le réseau vasculaire serait pauvre.

Traitement anti-syphilitique.

Régression rapide.

OBSERVATION XVIII. — ARTHRITE TUBERCULEUSE DE LA TIBIO-TARSIENNE.

M^{me} R., 75 ans. Malade du service du docteur L. Bazy.

Radiographie : service du docteur J. Belot.

Arthrite tuberculeuse du tarse évoluant depuis 10 mois, fistulisée. Surinfection. Très mauvais état général.

Artériographie. — Ponction transcutanée de l'artère fémorale sans anesthésie. Injection de 40 centimètres cubes de thorotrast. Pression 1,60 atmosphères. Cliché pris à la 18^e seconde.

Artères fémorale et poplitée manifestement athéromateuses, de type sénile. Très bonne circulation collatérale, crurale, poplitée, jambière, bifurcation haute de la poplitée, un peu au-dessus de l'interligne articulaire. Au tiers inférieur de la jambe, on note un point gros comme une tête d'épingle constitué par un fin réseau auquel aboutissent trois artérioles et qui constituent très vraisemblablement un glomus.

D'autre part, la tibiale antérieure, la péronière, ont, à la partie inférieure de la jambe, des rétrécissements très marqués et très localisés (quelques centimètres) sur nous n'avons encore retrouvé dans aucun cas d'artérite.

Le réseau artériel tarsien est particulièrement développé. Cette hyperhémie au voisinage des lésions osseuses tuberculeuses évolutives a déjà été mise en évidence par R. Dos Santos.

Injection de la pièce amputée avec du ténébryl à 20 % met en évidence des segments artériels irrégulièrement disposés, particulièrement opaques, que nous pensons être dus à la persistance du thorotrast, ce que l'anatomie pathologique vérifiera. L'amputation fut faite cependant 24 heures après l'artériographie.

Conclusions générales sur l'artériographie des membres.

La technique en est minutieuse, mais bien réglée elle ne doit déterminer aucun incident.

Son innocuité immédiate est certaine, si l'on injecte du thorotrast. Son seul ennui est immédiat : c'est la nécessité d'une anesthésie, lorsqu'on utilise, les sels organo-iodés à la concentration de 25 à 45 pour 100.

Elle fournira le maximum de renseignements, lorsqu'un matériel radiologique adapté à ses nécessités sera construit.

Pour insister encore sur la valeur de ses résultats dans l'étude des artérites, nous rappellerons ces phrases que nous empruntons au traité de Ch. Laubry :

« On s'est aperçu combien il était illogique d'étudier dans un isolement artificiel, les processus d'artérite oblitérante, indépendamment des manifestations artériolaires et capillaires, qui les accompagnent et les précèdent, en dehors des manifestations vaso-motrices, qui interviennent dans leur genèse ou leur évolution, en négligeant les conditions d'une circulation collatérale dont dépendent, de toute évidence, les phénomènes d'ischémie.

Peut-être le chapitre de l'artérite oblitérante des membres a-t-il perdu, dans ses remaniements successifs, sa belle unité, et sa simplicité primitive, mais, du moins, y a-t-il gagné de refléter plus fidèlement les faits cliniques et de mettre en pleine lumière les incertitudes ou les obscurités qu'il comporte. »

L'artériographie semble être un élément essentiel pour le remaniement nosologique des artérites et pour éclairer non seulement leurs formes cliniques et évolutives, mais aussi pour en établir les indications thérapeutiques. Dans les affections osseuses, articulaires, musculaires, l'artériographie a non seulement un intérêt diagnostique, mais encore de contrôle évolutif de la thérapeutique des tumeurs malignes. Son innocuité actuelle autorise son application à l'étude de toutes les affections périphériques.

TROISIÈME PARTIE

L'Aortographie

CHAPITRE I

I. — L'AORTOGRAPHIE ABDOMINALE

Historique.

Dès 1929, R. Dos Santos a pratiqué sur l'homme l'aortographie abdominale, élargissant ainsi singulièrement la portée clinique d'une méthode jusque-là appliquée seulement à la circulation des membres et de l'encéphale.

Deux ans plus tard, Legueu, Fey, Truchot, présentent à la *Société d'Urologie* quelques images d'aortographie abdominale et insistent sur l'intérêt diagnostique de ce procédé qu'ils réservent cependant à des cas de diagnostic urologique particulièrement difficiles et rares.

Holfelder communique à la *Société allemande d'urologie* à peu près à la même époque, les résultats encourageants de ses premières tentatives.

En 1931, R. Dos Santos, C. Lamas et P. Caldas font, dans la *Presse médicale*, une mise au point de leur technique en insistant sur l'avantage que donne l'emploi de l'abrodyl, l'importance de l'anesthésie des splanchniques, l'intérêt de faire des stéréoradiographies.

C'est sur ces bases que nous avons étudié cette méthode dont la généralisation n'a pas été aussi rapide qu'elle semblait devoir l'être. Ce ne sont ni les difficultés techniques, faciles à résoudre, ni la nécessité d'une ponction aortique dont l'innocuité est absolue, mais ce sont les dangers possibles des premières solutions de contraste utilisées, qui ont fait

redouter ce procédé d'investigation si remarquable par le nombre et la valeur des renseignements qu'il est susceptible de fournir.

Nous nous proposons donc d'envisager les acquisitions actuelles concernant les solutions de contraste utilisables pour l'aortographie abdominale, les faits qui prouvent l'innocuité de la ponction aortique, les détails radiologiques importants, pour obtenir de cet examen le maximum de précisions, enfin la technique de l'injection et les résultats de cette méthode.

Les substances de contraste initialement préconisées par Dos Santos et ses collaborateurs et avec eux par Legueu, Fey, Truchot, Hoffelder, furent l'INa à 100 pour 100, puis un mélange d'un tiers d'INa à 150 pour 100 et deux tiers d'abrodyl saturé.

Dos Santos insistait sur la dilution rapide du liquide injecté dans l'aorte avec le sang pour expliquer l'absence d'inconvénients de ces produits aussi concentrés. Cependant, ces taux élevés de concentration firent redouter la possibilité d'accidents.

Lors de nos expériences sur la ventriculographie, le ténébryl en solution de 45 pour cent, injecté dans le ventricule gauche à la dose de 7 à 12 centimètres cubes, fut suffisant pour obtenir une bonne opacification de la cavité cardiaque, de l'aorte thoracique et de ses branches. Aussi, dès nos premières tentatives d'aortographie sur l'animal, nous avons employé cette solution. Les images furent très contrastées. Sur l'homme, nos résultats prouvent que cette concentration est assez élevée.

Récemment, Dos Santos nous a apportés à l'aortographie de nouveaux perfectionnements. Il met au premier plan l'emploi du thorotrast avec lequel il obtient en général des clichés suffisamment nets. Il pense cependant que dans certains cas, le rayonnement du thorium est une cause probablement importante des échecs qu'il a observés et il

conclut à la nécessité de poursuivre les recherches entreprises sur ce sujet.

L'intérêt majeur du thorotrast est là comme pour toute artériographie, son indolence et l'inutilité de l'anesthésie. Nous ne croyons pas qu'actuellement cet avantage suffise à faire négliger les inconvénients possibles du thorium. Nous les avons exposés précédemment. Nous préférons l'ennui bien minime d'une anesthésie nécessaire pour l'injection aortique de ténébryl à 45 pour 100. Cet inconvénient nous paraît largement compensé par les faits suivants :

Le ténébryl s'élimine complètement de l'organisme sur les plaques suivantes. Nous n'avons jamais observé de modifications de la circulation des membres inférieurs après aortographie abdominale au ténébryl à 45 pour 100.

Jamais il ne s'est produit la plus légère réaction viscérale abdominale.

Dans aucun cas, l'urée sanguine ni la constante d'Ambard n'ont été aggravées après cette exploration. Enfin, l'emploi de ces solutions organo-iodées permet d'obtenir en même temps l'urographie parfois utile. Les faits qui prouvent l'innocuité de la ponction aortique sont nombreux.

Depuis longtemps, on a étudié les ponctions artérielles. Ces recherches portant sur la ponction aortique sont de date plus récente et ont été entreprises dans des buts différents. Expérimentalement, Zung, Dau, Zan et Meleney, en 1928, ont injecté au chien, par voie aortique et fémorale, toute une série de colorants. Ils en ont analysé les conséquences et ils concluent : « Les injections intra-artérielles pratiquées sur le chien ne provoquent aucune altération artérielle ». Ils insistent d'autre part sur le fait qu'elles ne déterminent ni hématome, ni thrombose.

D'autres auteurs poursuivant des travaux pharmacologiques ont utilisé la voie aortique pour l'introduction dans l'organisme de cocaïne et d'adrénaline. Goyanes, après de nombreuses observations anatomo-pathologiques, pense que

cette voie d'injection doit être employée sans crainte dans un but anesthésique et thérapeutique.

Nous rappellerons enfin que de nombreuses piqûres accidentelles de l'aorte ont été signalées, soit au cours d'anesthésie des splanchniques par voie abdominale : Finsterer, Braun, soit par voie paravertébrale, Kappis François a communiqué également au Congrès d'Urologie de Paris, 1928, qu'il avait pu se « rendre compte de *visu* au cours d'interventions abdominales, que l'hématome qui résulte est nul ou très peu étendu et que, dans aucun cas, il n'avait eu d'inconvénients.

Depuis ces travaux, R. Dos Santos a fait de nombreuses ponctions aortiques, plus de 300 en 1931, sans un seul accident.

Toutes les ponctions aortiques que nous avons pratiquées sur l'animal et sur l'homme confirment entièrement ces données.

TECHNIQUE DE LA PONCTION AORTIQUE. — Il est facile de ponctionner l'aorte abdominale à n'importe quelle hauteur. Le siège de l'injection doit être en rapport avec le territoire artériel à explorer et les lésions pathologiques soupçonnées. D'ailleurs, la technique est toujours la même : on place le sujet en décubitus ventral sur un plan horizontal, selon l'adiposité et la musculature du sujet, on pique les téguments de 5 à 8 centimètres à gauche de la ligne des apophyses épineuses et l'on dirige l'aiguille de 14 à 18 centimètres de long, de 10/10^e de calibre, perpendiculairement à la paroi. On bute ainsi sur le flanc latéral du corps vertébral et l'aiguille est franchement arrêtée. On la retire suffisamment pour pouvoir sans la plier la diriger plus en avant, retrouver le contact vertébral et on répète cette manœuvre jusqu'à ce que l'aiguille, glissant bien sur la face antéro-latérale du corps vertébral progresse franchement en avant. On a alors souvent la sensation nette de ponctionner une membrane

résistante. On retire le mandrin, le sang artériel s'écoule goutte à goutte.

Comme repère particulier de la ponction haute, signalons l'intérêt de diriger l'aiguille parallèlement à la 12^e côte, de dehors en dedans, de bas en haut, mais plus profondément, d'arrière en avant. Ainsi, on atteint l'aorte en regard de la 12^e vertèbre dorsale.

Dos Santos retient deux sièges d'élection : cette ponction haute et une ponction basse au niveau de la 2^e vertèbre lombaire.

L'INJECTION. — Les doses injectées étaient de 20 à 25 centimètres cubes avec le mélange INa à 150 pour 100 et abrodyl saturé.

Dos Santos admet actuellement, et nous aussi, qu'il est préférable d'augmenter la quantité de solution à injecter et de diminuer sa concentration. Ceci permet d'étudier sur un seul cliché un réseau beaucoup plus étendu. Nous injectons 50 centimètres cubes.

Le débit est réglé par la pression de 1,5 à 2,5 atmosphères avec l'appareil de Dos Santos.

Certains détails radiologiques sont enfin importants à observer.

L'usage du Potter Bucky est presque indispensable. Il est préférable de placer le film au contact du dos plutôt qu'au contact de la paroi abdominale du sujet.

La stéréo-radiographie permet d'identifier plus sûrement les vaisseaux anormaux et certains détails, dont la projection sur un seul plan est parfois insuffisante.

Les temps de pose doivent être aussi courts que possible.

S'ils sont de l'ordre de 1/10 de seconde la respiration n'influe pas sur la netteté du cliché.

S'ils atteignent une seconde, ce qui est encore trop fréquent, l'anesthésie générale par inhalation ne permet pas le silence respiratoire nécessaire. Nous avons anesthésié

nos malades par injection intraveineuse de numal à raison de 1/10 de seconde par kilogramme. Ainsi, la respiration régulière est lente, ne gêne nullement la prise du cliché.

Il serait enfin extrêmement utile de pouvoir prendre une série de films au cours de la même aortographie pour saisir les détails de la progression de l'opacification artérielle, puis organique, puis veineuse. Dos Santos a pratiqué de nombreux essais et obtenu des renseignements précieux. Nous avons mis à l'étude un dispositif qui permettra le changement automatique et rapide des films.

Telles sont les notions essentielles que nous pouvons dégager des travaux déjà parus sur l'aortographie et de notre expérience personnelle.

Beaucoup plus difficile est de préciser actuellement les résultats de cette méthode. Ils sont extraordinairement vastes et chaque observation les enrichit, et accroît leur précision.

Dos Santos, dont la compétence est incomparable, pense que, pour l'heure, il faut avant tout accumuler les clichés, les comparer, perfectionner si possible l'aortographie. A l'avenir seul encore appartient la possibilité de conclure. Cependant, la bénignité actuelle de l'aortographie, certainement plus grande que celle d'une simple pyélographie, par exemple, permet d'appliquer cette méthode d'investigation dès que l'on soupçonne sans pouvoir les préciser cliniquement :

- une lésion des parois de l'aorte,
- ou de ses branches,
- une oblitération ou une compression de ces vaisseaux,
- une tumeur abdominale ou pelvienne, dont l'origine n'est pas certaine.

On doit surtout appliquer largement l'aortographie abdominale à l'étude de toutes les affections rénales, spléniques, hépatiques.

Ne sultit-il pas de lire les observations publiées par R. Dos Santos, par Legueu, Fey et Truchot, par Holfelder pour être

convaincu de la portée pratique encore incommensurable des images déjà obtenues.

L'aortographie expérimentale, met en évidence la possibilité d'injection aortique par reflux à partir de l'artère fémorale. Cette technique ne présente aucun danger et opacifie plus sûrement la circulation pelvienne que l'aortographie abdominale basse. C'est surtout dans ce but que nous l'avons étudiée. Nous avons été surpris de pouvoir ainsi injecter jusqu'à l'aorte thoracique. Nous ne l'avons cependant pas encore appliquée à l'homme.

Nous insisterons sur les faits qui prouvent l'innocuité absolue de l'aortographie abdominale faite soit par ponction haute, soit par ponction basse. Les deux observations suivantes en témoignent.

L'aortographie haute fut pratiquée le 5 juillet 1934 sur M. Font., âgé de 49 ans, atteint de paralysie générale. On injecta 40 centimètres cubes environ de ténébryl à 45 pour 100 sous une pression de 1.750 atmosphères. Le malade fut anesthésié au numal.

Avant l'aortographie au tiers inférieur de la jambe droite et gauche, les oscillations débutaient à 27, atteignaient 7 divisions de 16 à 12, disparaissaient. Au tiers supérieur des jambes, les oscillations atteignaient 10 divisions à 13 du côté droit, 17 divisions de 12 à 10 du côté gauche. Vingt-quatre heures après l'aortographie et pendant les jours suivants, nous n'avons constaté aucune variation de l'indice oscillométrique chez ce sujet dont les artères étaient cependant manifestement altérées par le processus spécifique. L'urée sanguine et la constante d'Ambard n'ont subi aucune modification ; il est pourtant évident que les reins de ce malade, augmentés de volume sont atteints de néphrite chronique hypertensive.

Ainsi, ce paralytique général, qui présentait toute la série des manifestations cardio-vasculaires des néphrites chroniques dans l'étiologie desquelles la syphilis joue là un rôle prépondérant, qui, *a priori* devait donc être particulièrement sensible, a remarquablement toléré cette injection intra-aortique haute de 40 centimètres cubes de ténébryl à 45 pour 100.

L'aortographie basse, pratiquée le 5 février 1934, sur un malade, âgé de cinquante-huit ans, atteint de tumeur du sacrum étiquetée jusque-là sarcome du sacrum, a eu les mêmes caractères d'indolence absolue dès le réveil du malade et d'innocuité parfaite.

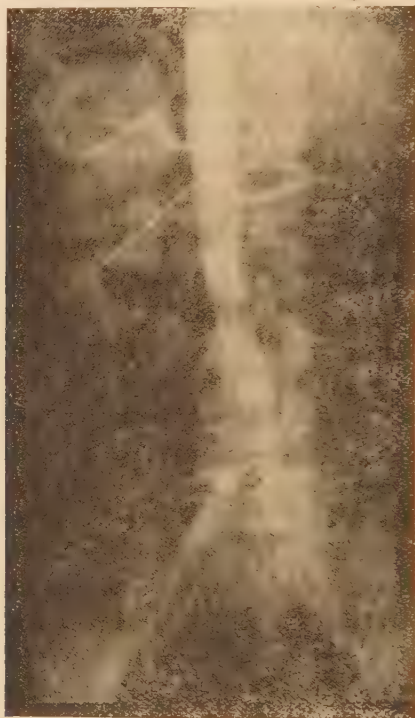


Fig. IX. — Aortographie haute faite chez un P. G. par ponction de l'aorte en regard de D 12 L 1, injection de 45 cc. de ténébryl à 45 %. On voit les branches du tronc cœliaque, les artères rénales, les ramifications des artères mésentériques, les artères iliaques primitives et leurs collatérales.

L'image normale quant à la vascularisation, permet d'éliminer certainement l'étiologie néoplasique maligne de cette destruction sacrée. Elle nous a fait penser par son aspect spécial à la syphilis. Ce diagnostic semble devoir être retenu, les épreuves sérologiques sont positives, l'épreuve thérapeutique paraît déjà le confirmer.

CONCLUSIONS. — Au thorotrast, l'aortographie abdominale indolente ne nécessite même pas la plus légère anesthésie.

Avec des solutions organo-iodées, certains avantages incontestables à l'heure actuelle compensent l'ennui minime de l'anesthésie de bien courte durée. Il est indispensable de



Fig X. — Aortographie basse pratiquée avec la même technique pour confirmer le diagnostic de sarcome du sacrum. Le développement peu important de la circulation collatérale fait penser plutôt à la syphilis.

poursuivre les recherches entreprises sur les solutions de contraste, sur certaines données radiologiques. Il est encore utile d'accumuler les éléments anatomiques, physiologiques, pathologiques, avant de juger définitivement cette méthode déjà remarquable par la valeur de ses premiers résultats.

CHAPITRE II

II. — L'AORTOGRAPHIE THORACIQUE EXPÉRIMENTALE

L'aortographie thoracique sur le vivant n'avait donné lieu à aucune publication avant nos premiers travaux sur la ventriculographie cardiaque gauche expérimentale.

On sait quelles difficultés et quelles discussions journalières apparaissent lors de l'interprétation de radiographies simples de l'aorte thoracique.

Trop de facteurs expliquent la possibilité d'erreurs.

Rappelons seulement la très grande fréquence d'ombres médiastinales de causes multiples qui se superposent, se confondent, déforment et masquent l'ombre aortique.

Cependant, l'opacification de la crosse de l'aorte ne résoudrait pas uniquement ce seul problème important, mais son intérêt semble résider aussi dans les images des branches collatérales de l'aorte thoracique et particulièrement de la circulation coronarienne et des vaisseaux brachio-céphaliques.

PARTICULARITÉS TECHNIQUES DE L'OPACIFICATION RADIOLOGIQUE DE L'AORTE THORACIQUE. — Dès le début de nos recherches, nous avons envisagé quatre méthodes d'injection de la substance de contraste.

Nous n'avons pas retenu le procédé qui consiste à injecter l'aorte abdominale et obtenir par reflux du liquide de contraste des images de l'aorte thoracique sur un segment plus ou moins important selon les pressions utilisées. Nous avons

pensé qu'il serait peut-être intéressant pour cette exploration de procéder par analogie, et d'appliquer la méthode de Forssmann ou cathétérisme veineux, au système artériel.

Immédiatement, certains inconvénients nous ont fait délaisser ce cathétérisme qui nécessite une intervention chirurgicale pour découvrir une branche artérielle importante, et nécessairement profonde, l'ouvrir et la lier après l'injection.

En outre, la progression à contre-courant de la sonde de type urétéral dans un vaisseau à tension élevée est infiniment plus traumatisante pour l'endothélium artériel qu'il ne l'est pour l'endothélium veineux où le cathétérisme se fait dans le sens même du courant sanguin.

C'est cependant cette technique que nous avons utilisée pour certaines recherches sur l'aortographie abdominale. C'est elle aussi qu'ont appliquée les auteurs scandinaves.

Nous avons retenu deux techniques qui ont chacune leurs avantages et qui ont des indications précises et différentes au point de vue expérimental, tout au moins à l'heure actuelle.

L'une n'est autre que l'injection intra-ventriculaire gauche des corps opaques aux rayons ; elle permet de saisir dans son ensemble l'image de l'aorte, des troncs brachio-céphaliques, et même des artères coronaires dont le contraste est cependant insuffisant pour les différencier nettement de l'ombre cardiaque normale. Surtout leur étude est considérablement gênée par l'image ventriculaire qui recouvre largement leur réseau.

Un avantage certain de cette voie d'introduction, c'est qu'elle n'entraîne, semble-t-il, aucune perturbation physiologique de la circulation aortique et coronarienne.

La seconde est l'application pure et simple de la ponction et de l'injection appliquée à toute artériographie. Cette technique est facile, peu traumatisante. Nos clichés ont été obtenus par ponction de l'aorte à son origine dans la région sus-sigmoïdienne. Le lieu d'élection de la ponction est la partie

interne du 2^e espace intercostal droit. L'aiguille de 10 centimètres de long, 10/10^e de millimètres de calibre est dirigée obliquement de droite à gauche et d'avant en arrière. L'obliquité de haut en bas varie selon le point de la crosse aortique que l'on désire ponctionner.

L'injection se fait également avec l'appareil de Dos Santos. La pression suffisante est de 1 kgr. 250 à 1 kgr. 500.

Le thorotrast a là les mêmes inconvénients que pour la ventriculographie. Nous avons toujours injecté du ténébryl à 60 ou 45 pour cent et cette dernière concentration donne d'excellents contrastes.

Cette technique a un gros intérêt pour l'étude du réseau coronarien qui est ainsi particulièrement bien visible et dont on peut étudier entièrement le réseau du fait d'absence d'image ventriculaire ou de leur faible opacité lorsqu'il existe un reflux. Nous en reproduisons des clichés dans le chapitre suivant.

CONCLUSIONS. — Plusieurs notions doivent être retenues : la facilité et l'innocuité de la technique chez l'animal, l'étendue et la netteté sans aucune solution de continuité, de l'image vasculaire qui comprend ainsi toute l'aorte thoracique, et toutes ses branches.

C'est dire que, pour cette exploration, il est important de placer l'animal dans la position qui dégage le mieux les trois segments de la crosse aortique : oblique antérieure gauche ou position transverse.

QUATRIÈME PARTIE

La ventriculographie cardiaque expérimentale

CHAPITRE I

LES DIFFÉRENTS PROCÉDÉS D'EXPLORATION RADIOLOGIQUES DES CAVITÉS DU CŒUR ET LEURS RÉSULTATS

Nous avons obtenu expérimentalement chez le chien, après injection de substance opaque dans les ventricules, des radiographies dont la constante netteté permet d'interpréter les cavités ventriculaires et un segment très important des vaisseaux qui s'en détachent.

Jusqu'à ce jour les publications concernant l'étude radiologique par opacification du courant circulatoire n'ont envisagé que l'examen :

Des artères et des veines périphériques.

De l'aorte abdominale et de ses branches.

Des vaisseaux pulmonaires, par injection dans les cavités cardiaques droites : angio-pneumographie.

La technique de l'artériographie périphérique et aortique abdominale a été bien précisée par les remarquables travaux de M. R. Dos Santos.

L'angio-pneumographie plus récente n'a pas encore réalisé complètement les espoirs qu'elle a suscités.

Les premiers, Forssmann : *Münchener medizinische Wochenschrift*, 20 mars 1931, Egas Moniz, Lopo de Carvalho et Almeida Lima, le 4 juillet 1931, puis le 13 juillet 1932, ont apporté les résultats de leurs travaux dans le *Presse Médicale*. En France, seuls A. Ravina, A. Sourice, L. Benzaquen ont

publié un article intéressant sur l'angiographie et l'angio-pneumographie en février 1932.

Ces auteurs ont envisagé différentes méthodes d'injection du produit de contraste :

L'injection directe dans le ventricule droit par ponction.

L'injection dans les différentes veines efférentes de l'oreillette droite.

L'injection dans les cavités droites du cœur et parfois même dans l'artère pulmonaire après cathétérisme veineux à partir du pli du coude.

Tous se sont ralliés à cette dernière méthode qui est celle de Forssmann et qui a d'après eux, les avantages techniques suivants :

Le cathétérisme veineux est assez facile, l'injection est indolente et parfaitement tolérée. Il n'y aurait aucun accident imputable à cette voie d'introduction.

Cependant ces auteurs reconnaissent une série d'inconvénients :

Il existe de nombreux obstacles anatomiques rendant très délicat ou même impossible le cathétérisme.

La difficulté du repérage de l'extrémité de la sonde et l'incertitude de ce fait du siège exact de l'injection (possibilité d'injection dans la veine cave inférieure) rendent ce procédé aléatoire.

D'autre part, l'inconstance et le défaut de netteté des images obtenues semblent être sous la dépendance des facteurs suivants :

— Le faible débit intracardiaque de la substance opaque.

— Le long espace de temps écoulé entre le commencement de l'injection et le déclin de l'ampoule.

— La longueur du temps de pose radiologique.

Depuis le mois de mars 1932, nous avons poursuivi des recherches expérimentales sur la ventriculographie.

Désirant avant tout étudier les cavités ventriculaires et leurs orifices, la portion initiale des vaisseaux de la base du

cœur, nous avons préféré une technique générale s'appliquant au cœur gauche comme au cœur droit. Le cathétérisme veineux est souvent délicat, incertain. Le cathérétisme artériel ne peut permettre l'injection ventriculaire gauche pour une raison majeure, car la nécessité de respecter l'intégrité des valvules sigmoïdes aortiques est absolue.

C'est pourquoi nous avons appliqué une technique spéciale que nous allons exposer avec ses avantages et ses inconvénients. Nous envisagerons :

L'instrumentation.

La technique.

L'étude critique de cette méthode.

I. L'INSTRUMENTATION. — Les aiguilles sont d'une longueur de 12 centimètres d'un calibre de 10 /10 de millimètre ; un mandrin s'y adapte très exactement. Il nous est apparu indispensable qu'elle soit solidarisée de l'embout par un verrouillage de sécurité.



Figure XI

a) L'appareillage d'injection a été pendant longtemps une seringue de Pravaz de 20 centimètres cubes. Nous l'avons remplacée avantageusement par l'appareil de R. Dos Santos, grâce à sa pression constante, visible, à son réglage facile.

b) La substance de contraste, dont nous nous sommes servis après avoir essayé différents sels de thorium, le lipiodol fluide, est le ténébryl en solution à 45 pour cent.

c) L'examen radioscopique est indispensable pour le centrage, le repérage de l'aiguille au cours de la ponction et surtout celui de sa pointe par injection de 1 à 3 centimètres cubes de liquide opaque.

Son intérêt nous semblait grand en ce qui concerne la dynamique cardio-vasculaire : en fait la vitesse d'évacuation ventriculaire et artérielle lui enlève toute valeur.

De nombreux essais pratiqués dans le service de M. le Dr André Martin et de M. le professeur A. Heitz-Boyer nous ont montré : un véritable tourbillon ventriculaire dont les déformations multiples sont extraordinairement rapides : une ombre aortique en véritable éclair.

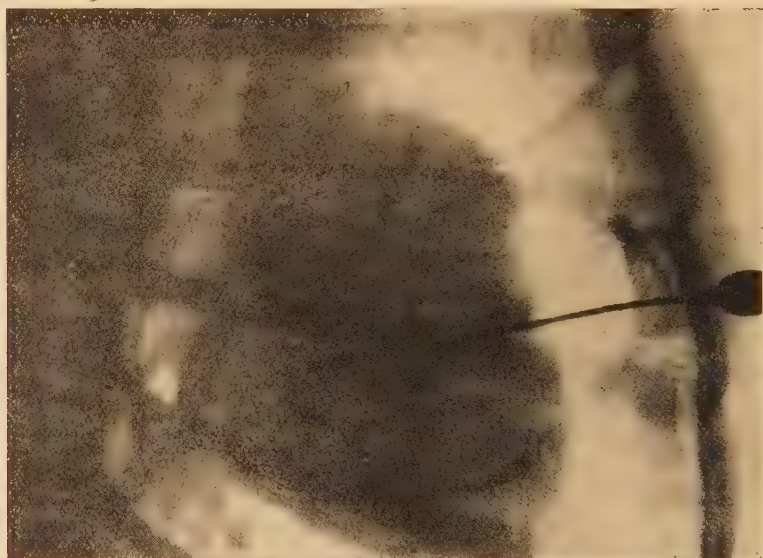


Fig. XII. — Radiographie-témoin : aiguille en place pour l'injection intra-ventriculaire.

L'interprétation de telles images est ainsi trop délicate et nous a démontré la nécessité de radiographies.

Les tentatives effectuées avec des appareillages courants n'ont donné que des clichés flous, faisant entrevoir seulement la possibilité d'images intéressantes par des radiographies instantanées, en séries nombreuses, rapprochées : tendant à la cinématographie.

Nous avons pu les réaliser grâce à son appareil Tripharix.

Il comporte un générateur de haute tension hexaphasé de très grande puissance fournissant une tension pratiquement continue et permettant pour cette raison d'obtenir le meilleur rendement de l'ampoule radiogène. Il en résulte que le temps de pose suffisant est le plus court qui soit compatible avec les caractéristiques de cette ampoule.

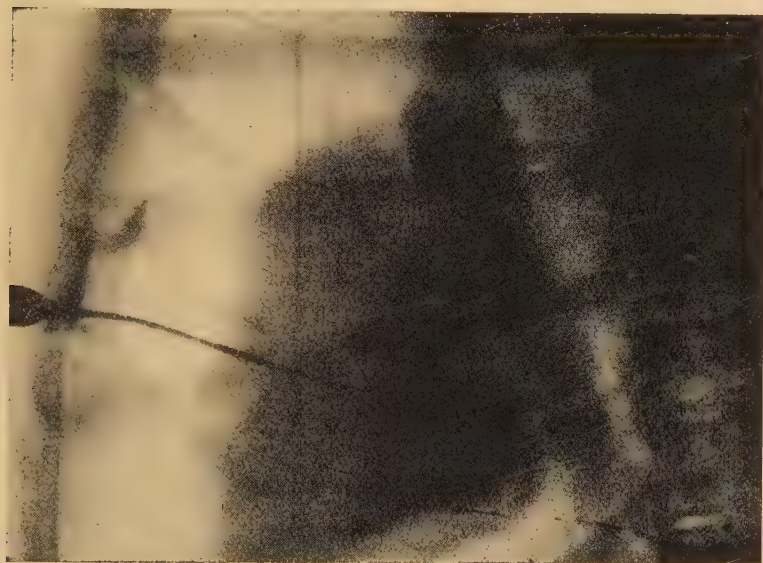


Fig. XIII. — Très bonne injection ventriculaire, belle image de l'aorte, du sinus de Valsalva, des troncs brachio-céphaliques.

Ce générateur dont les réglages sont extrêmement étendus (tension de 40 à 150 kV, intensité de 0 à 2.000 mA) et d'une continuité parfaite peut être commandé à distance, de sorte que sa combinaison avec le sélecteur radioscopique de H. Bécclère nous a permis d'obtenir :

D'une part des temps de pose de 15 à 18 millièmes de seconde au régime de 60 kV, 600 mA, 80 centimètres de distance anticathode-film.

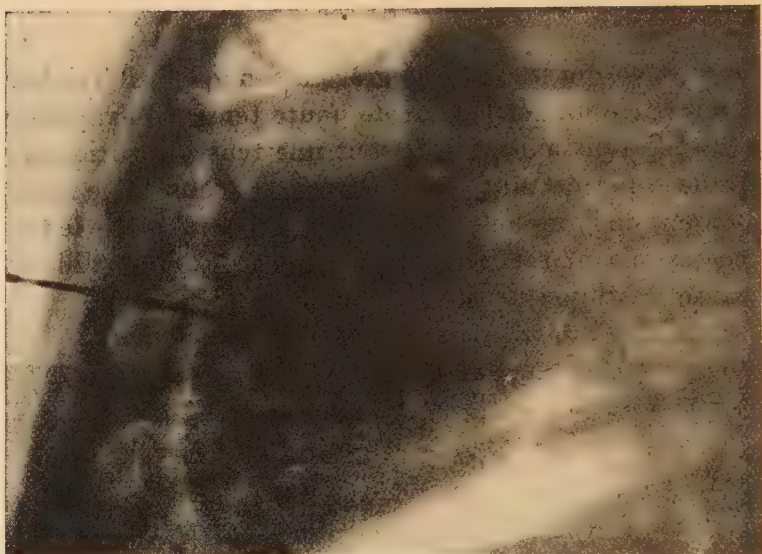


Fig. XIV: — Image d'injection ventriculaire gauche et aortique.
On remarque la netteté du sinus de Valsalva, la naissance
d'une artère coronaire, le reflux de la solution de contraste dans
l'oreillette et dans les veines pulmonaires gauches.

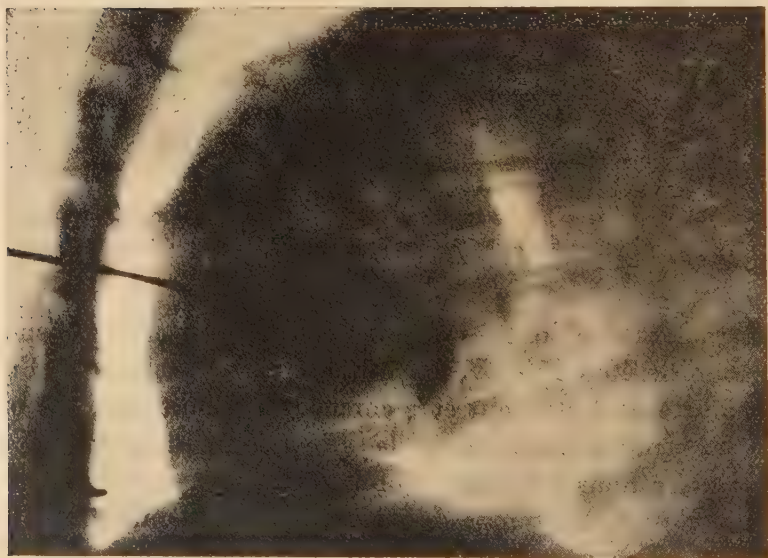


Fig. XV (a). — Début d'injection intra-ventriculaire. Seuls les contours
supérieur et antérieur du ventricule gauche sont dessinés.

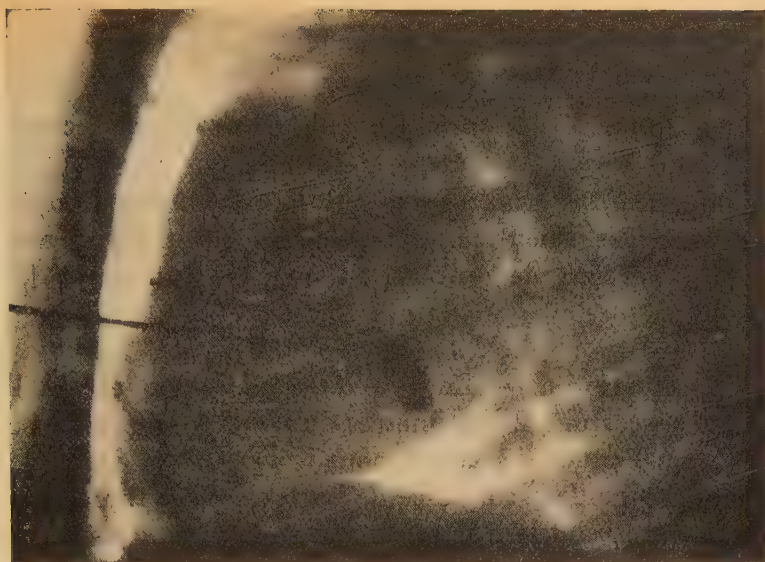


Fig. XV (b). — Même injection à une phase à peine plus avancée; la crosse de l'aorte devient visible.

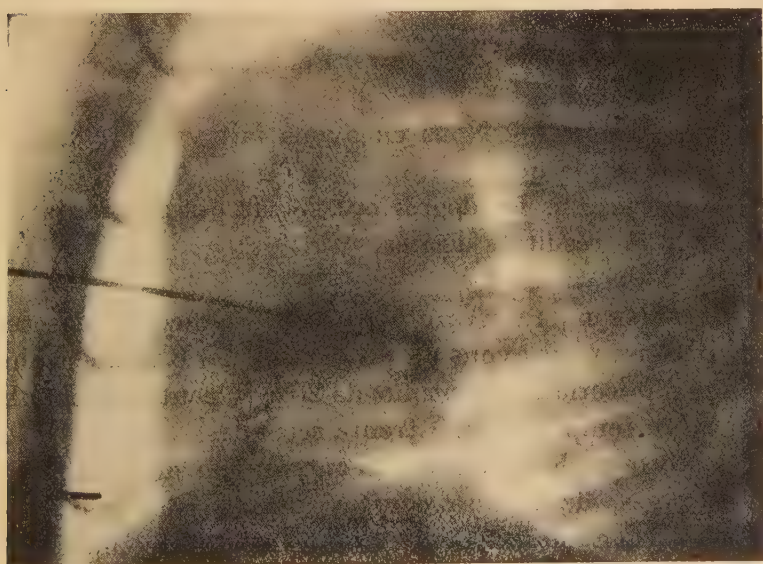


Fig. XV (c). — Belle image ventriculaire et aortique, prise à la fin de la même injection.

Les figures XV (a), XV (b), XV (c), sont la reproduction de clichés pris en séries, au cours de la même ventriculographie et montrent des stades différents d'injection ventriculaire et de contractions cardiaques.

D'autre part des séries de 2 à 6 clichés en 10 à 30 secondes.

II. TECHNIQUE CHEZ LE CHIEN. — Nous avons toujours opéré chez des chiens, anesthésiés par injection intra-veineuse de un tiers de centimètre cube de Numal par kilogramme.

a) LA PONCTION. — Le lieu de la ponction est le IV^e espace intercostal à 2 centimètres du sternum à gauche pour le ventricule gauche, à droite pour le ventricule droit.

Quand l'aiguille est animée de battements rythmés par le cœur, et si retirant le mandrin il s'écoule du sang rouge pour le V. G., noir pour le V. D., il n'y a plus qu'à pratiquer l'injection.

Cette technique est donc extrêmement simple et nos séries d'expérimentations ont pleinement confirmé les conclusions de M. Muret (*thèse vétérinaire*, Paris 1926) et celle de M. P. Florentin (*thèse vétérinaire*, Paris 1929).

b) L'INJECTION. — Nous en avons fait varier : la pression ; la durée ; la quantité.

Nous préciserons les degrés optima de ces différents facteurs selon les résultats désirés.

c) LA PRISE DE LA RADIOGRAPHIE. — Grâce au sélecteur de H. Bécélère, nous avons pu prendre de 2 à 6 radiographies au cours d'injection discontinue de 20 à 50 centimètres cubes pendant un temps de dix à trente secondes.

Avec cette technique nous avons obtenu de nombreuses radiographies, de lecture constamment facile, mais pour l'interprétation desquelles de nombreuses comparaisons seront nécessaires.

C'est dans ce but que nous avons multiplié le nombre des clichés pris à chaque série d'injections, mais la constance des images nous permet de penser qu'ultérieurement pour une



Fig. XVI. — L'aiguille est prolongée par un jet de ténébryl.
Remarquable visibilité du ventricule gauche au sinus de Valsalva, de la crosse aortique ; injection moyenne des artères coronaires.



Fig. XVII (a). — Cœur en diastole.

investigation déterminée un nombre beaucoup plus réduit de radiographies suffira à donner les résultats désirés.

Nous signalerons seulement que pour ces clichés le temps de pose varia de 0,015 à 0,024 seconde avec environ 60 KV., en charge et 600 MA., et la distance de l'anticathode du film fut toujours de 80 centimètres.

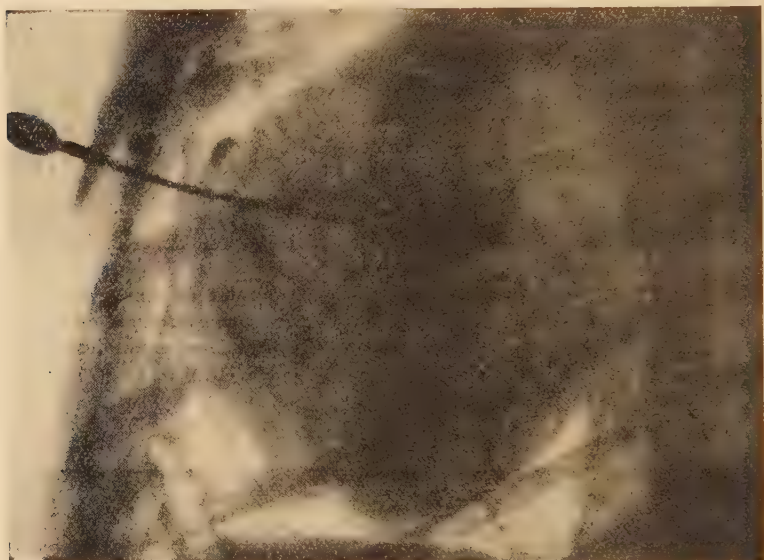


Fig. XVII (b). — Cœur en systole.

Fig. XVII (a) et fig. XVII (b). — Ponction anormalement haute pour obtenir une image précise de la vascularisation cardiaque ; l'image ventriculaire très floue s'oppose à la netteté de celle du sinus, de l'aorte, et de ses branches coronariennes. — Le sinus est déformé sur son contour vertébral par injection de deux centimètres cubes de ténébryl en mauvaise place.

La pression constante au cours d'une même injection fut toujours comprise entre 1 kgr. 250 et 2 kgr. 500 pour chacune d'elles.

La quantité de ténébryl utilisée pour obtenir chacun de ces clichés a été au maximum de 15 centimètres cubes, au minimum de 5 centimètres cubes.



Fig. XVIII *a.*



Fig. XVIII *b.*

Sur toutes ces radiographies on voit l'image d'injection du ventricule, de la crosse aortique, et de son sinus de Valsalva, de l'aorte thoracique postérieure.

Il est facile de noter des différences importantes dans le degré de netteté de chacun de ces segments.

D'autre part l'injection des coronaires, le reflux dans

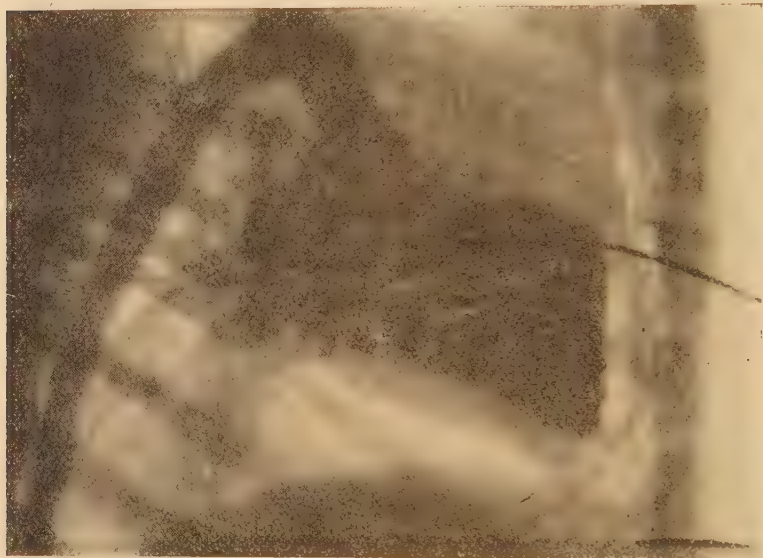


Fig. XVIII c.

Fig. XVIII (a), XVIII (b) et XVIII (c). — Remarquable netteté de l'injection ventriculaire aortique, des artères coronaires, des artères graisseuses. Aspect précis de l'image auriculaire et du reflux dans les veines pulmonaires gauches. — On remarque que ces trois clichés correspondent à des phases différentes de la même ventriculographie.

l'oreillette et dans les veines pulmonaires gauches apparaissent nettement sur certains clichés. Nous détaillerons ultérieurement ces variations intéressantes.

Nous ne consignons ici que quelques-uns de nos résultats de ventriculographie cardiaque gauche entièrement favorables, c'est-à-dire dans lesquels ne se sont produits aucun incident d'injection, aucun accident opératoire et post-opé-

ratoire et dont les clichés sont très bons, relativement faciles à reproduire.

Depuis que nous nous servons du Tripharix, nos images sont d'une netteté suffisante pour une lecture facile au négatoscope.

D'autre part nous relatons les trois cas mortels que nous avons eus pour en discuter les conclusions pratiques indispensables.

Dans le premier cas il s'agissait d'un chien qui avait reçu dans une première séance environ 100 centimètres cubes de Ténébryl ; quatre jours plus tard il était en parfaite santé et de nouveau nous lui injectons en plusieurs fois 200 centimètres cubes de liquide. Il n'est mort que par injection désirée et obtenue dans la région sigmoïdienne aortique de 40 centimètres cubes à une pression de 1 kgr. 750.

Dans le second cas c'était un chien malade, cachectique, dyspnéique, qui avait mal supporté une première anesthésie non suivie de ponction ventriculaire. Quatre jours plus tard, il était anesthésié trop facilement et trop complètement. Il a bien supporté une première série de 3 ventriculographies avec 10 centimètres cubes de liquide pour chacune. Il est mort à la suite d'une seconde injection de 48 centimètres cubes en quatre fois.

Nous avons cherché, chez le troisième chien mort, à réaliser une injection continue de 50 centimètres cubes, sous pression de 2 kilogrammes dans la région sous-sigmoïdienne.

III. ETUDE CRITIQUE DE CETTE MÉTHODE. — A la lumière de ces différents faits, nous tenons à établir un premier bilan de cette technique.

a) LES INCONVÉNIENTS. — *L'anesthésie générale* est indispensable. C'est là un ennui minime pour une telle investigation.

La nécessité d'une ponction cardiaque pourrait être consi-

dérée comme un obstacle. En fait elle est parfaitement tolérée et son innocuité semble absolue. Nous ne pouvons encore lui imputer aucun accident ni pleuro-pulmonaire, ni péricardique, ni endocardique en nous basant sur nos faits cliniques, sur nos autopsies. Le cœur de l'un de nos chiens portait la trace de 24 ponctions cardiaques et nous n'avons vu ni pneumothorax, ni hémithorax, ni hémopéricarde.

Il nous semble inutile de rappeler que la ponction ventriculaire a été pratiquée de nombreuses fois chez l'homme dans un but thérapeutique, toujours pour des cas désespérés, avec parfois des effets remarquables. Nous ne connaissons aucun travail clinique ou anatomo-pathologique contre-indiquant cette méthode.

La toxicité de la solution de contraste :

De nombreuses observations concernant l'urographie et l'artériographie humaine, nos observations personnelles expérimentales démontrent amplement la parfaite tolérance de l'organisme vis-à-vis de ce produit, et même pour de dosés infiniment supérieures à celles qui sont utiles à cet examen.

L'importance du débit de l'injection intra-ventriculaire :

Expérimentalement M. P. Florentin avait déjà réalisé chez le chien des injections intra-ventriculaires de 10 centimètres cubes dans un but thérapeutique.

M. Egas Moniz et ses collaborateurs, MM. Ravina, Sourice et Benzaquen ont injecté par une sonde introduite dans les cavités droites, en particulier dans l'oreillette droite, des quantités de liquide variant de 6 centimètres cubes à 35 centimètres cubes sous une pression de 750 grammes.

Nos observations prouvent qu'en faisant des injections intra-ventriculaires continues de 20 centimètres cubes avec des aiguilles de 12 centimètres de long et de 10/10 de millimètres de calibre, on peut utiliser des pressions de 2 kgr. 250 sans inconvénient, et en réalité, ce sont des chiffres inutiles à atteindre.

Nous avons eu d'excellentes images par l'injection de 7 centimètres cubes de Ténébryl sous une pression de 1 kgr. 250. Ces faits et la constance de nos résultats établissent bien l'énorme marge de sécurité existante, que l'on pourra augmenter en élevant le degré de contraste du liquide utilisé et en perfectionnant peut-être encore l'outillage radiologique.

Nous préciserons, en tenant compte de ces différents facteurs, si l'injection dans la région sigmoïdienne aortique et intra-auriculaire doit être proscrite et nous donnerons les méthodes permettant de choisir sûrement le siège d'élection de la ponction selon les résultats recherchés au cours de la ventriculographie.

Cette étude des inconvénients de notre technique ne nous semble pas assez sévère, ni ses conclusions suffisamment établies par ces seuls faits expérimentaux cliniques et anatomo-pathologiques macroscopiques, pour proposer actuellement la généralisation de son emploi.

Aussi nous rapporterons, dans de prochains chapitres, l'étude, du retentissement cardio-vasculaire de la ventriculographie, au moyen d'examen électro-cardiographiques, de courbes de la tension artérielle et du rythme respiratoire.

b) LES AVANTAGES. — Cette technique, bien que nécessitant un appareillage perfectionné, donne des résultats qui nous ont étonnés par leur précision et leur constance. Elle a en outre l'avantage de s'appliquer à la ventriculographie droite et gauche.

Elle permet l'« étude expérimentale radiologique » au triple point de vue anatomique, physiologique et pathologique des ventricules et de leurs orifices, de l'aorte dans sa partie thoracique et de ses branches, de l'artère pulmonaire.

CHAPITRE II

LES MODIFICATIONS ÉLECTRO-CARDIOGRAPHIQUES AU COURS DE LA VENTRICULOGRAPHIE CARDIAQUE GAUCHE EXPÉRIMENTALE

Dans l'étude critique de notre technique, parmi les inconvénients possibles, nous mettons au premier plan :

La nécessité d'une ponction cardiaque. Mais surtout l'importance du débit de l'injection intra-ventriculaire.

Nous avons pensé que ces facteurs pouvaient être des obstacles importants. En réalité la pratique déjà ancienne des ponctions intraventriculaires aussi bien sur l'homme que sur l'animal est cliniquement bien tolérée.

Au cours de nos expériences précédentes des injections intraventriculaires de 20 centimètres cubes sous une pression de 2 kgr. 250 et même répétées de nombreuses fois chez le même animal en l'espace de quelques heures ont déterminé seulement des troubles passagers alors qu'une injection de 7 centimètres cubes sous une pression de 1 kgr. 250 suffit à obtenir une image excellente.

Cependant il est indispensable avant de proposer son application à l'homme de rechercher expérimentalement tous les dangers possibles de ce procédé nouveau d'investigation.

L'électrocardiographie est nécessaire pour fixer au cours des injections intraventriculaires à quel seuil de volume et de pression apparaissent les plus légers signes de défaillance myocardique.

L'électrocardiographie renseigne sur 3 ordres de faits :

1^o LES TROUBLES DU RYTHME. — Elle permet d'en apprécier la nature depuis la simple extrasystole jusqu'à l'arythmie complète et la fibrillation. Surtout elle permet de préciser l'origine de ces accidents : ventriculaires ou auriculaires, gauches ou droits et grâce à ces deux éléments de préciser la gravité de l'atteinte du rythme cardiaque. Nous rappellerons à ce propos que classiquement le cœur du chien est extrêmement sensible ; une simple ponction myocardique, une augmentation de pression intra-ventriculaire par ligature de l'aorte déterminent des extrasystoles ; la fibrillation ventriculaire provoquée expérimentalement est irrémédiablement mortelle.

2^o L'EXISTENCE D'UNE PRÉPONDÉRANCE VENTRICULAIRE. — Une injection ventriculaire gauche importante par son volume et sa pression pouvait faire craindre, malgré sa faible durée, une déficience myocardique initialement au moins localisée.

Nous ne tiendrons compte dans la lecture de nos tracés que des prépondérances ventriculaires répondant aux règles classiques.

3^o SUR LES ATYPIES DU COMPLEXE Q. R. S. T. — C'est surtout dans l'étude minutieuse de ces modifications que nous avons pensé trouver les critères de la marge de sécurité des injections intraventriculaires.

Non pas tant dans les atypies de R qui semblent bien, comme l'a montré M. Robert Lévy dans sa thèse, liées à une atteinte du faisceau de His, mais dans les atypies des parties moyennes et terminales du complexe ventriculaire, dénivèlement de RT, de ST ; modification de T : semi-négatif ou négatif, qui sont produites par les causes les plus variées et qui n'ont en elles-mêmes aucune valeur localisatrice.

L'étude de ces troubles nous paraît d'autant plus importante que MM. Lian et Merklen ont insisté sur les altérations expérimentales des portions moyennes et terminales du complexe électro-cardiographique à la suite de modifications de la circulation et de la pression intra-cardiaque par compression de l'artère pulmonaire.

Nous avons recueilli les tracés électrocardiographiques que nous publions sur des chiens anesthésiés au Numal (1/3 de centimètre cube intraveineux par kilogramme d'animal) et pour une même injection intracardiaque pratiquée avec l'appareillage décrit dans notre précédent chapitre nous avons toujours pris : 1 électrocardiogramme témoin ; 1 électrocardiogramme pendant la ponction ventriculaire ; 1 électrocardiogramme avant, pendant et aussitôt après l'injection ; des électrocardiogrammes dans les heures et les jours suivants.

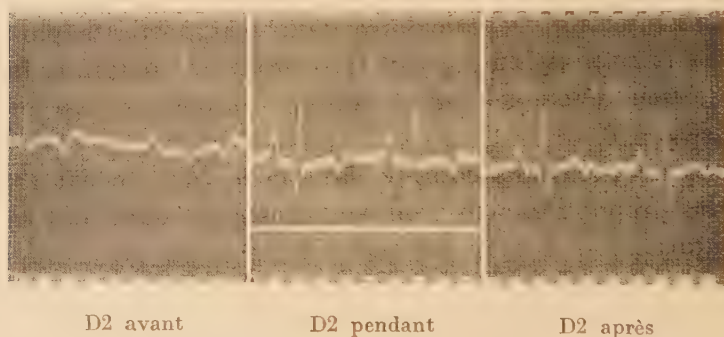


Fig. XIX. — Injection intra-ventriculaire gauche de 10 centimètres cubes sous pression de 1 kilogramme.

Pour établir la marge entre volume et pression nécessaires à la ventriculographie déjà déterminés précédemment, et celles qui engendrent les plus légers troubles cardiaques, nous avons fait varier : la nature des liquides injectés, nous avons utilisé des solutions de contraste à des concentrations différentes, du sérum physiologique ; le volume de 10 à 30 centimètres cubes ; la pression : de 1 kilogramme à 2 kgr. 500 ;

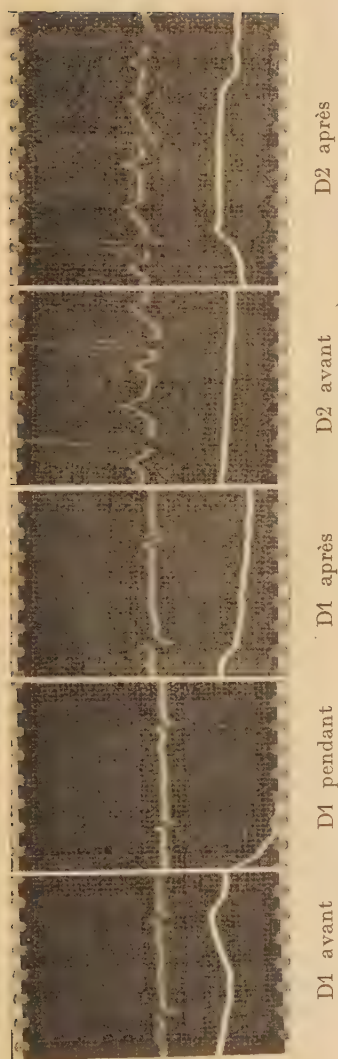


Fig. XX. — Injection intra-ventriculaire gauche de 10 centimètres cubes sous pression de 1 kilogramme.

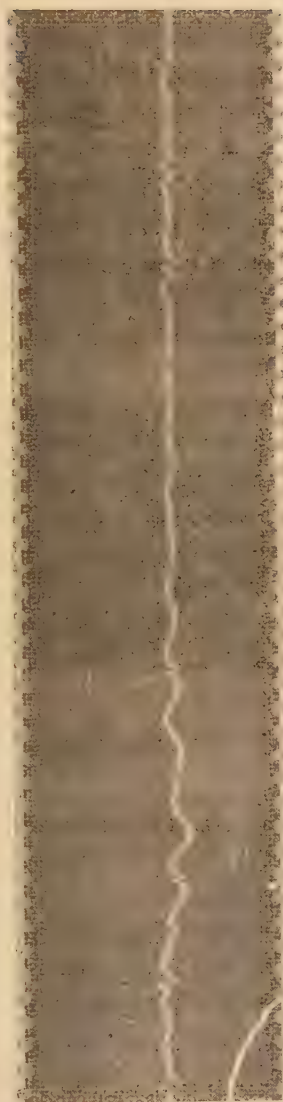


Fig. XXI. — D1 pendant l'injection intra-ventriculaire gauche de 20 centimètres cubes sous pression de 1 kilogramme.

le nombre des injections chez le même animal en l'espace de quelques heures ; le lieu de la ponction et de l'injection.

L'installation dont nous disposions pour cette série d'expérimentations ne nous a pas permis un contrôle rigoureux du lieu de l'injection mais le nombre important des ponctions pratiquées, le choix différent de leurs repères anatomiques nous permet de penser que toute la cavité ventriculaire gauche a été ainsi explorée. Nous ne publierons que quelques-uns de ces électrocardiogrammes en indiquant sommairement leurs particularités techniques primordiales et leur interprétation. Ils nous paraissent suffisants pour nous permettre des conclusions précises.

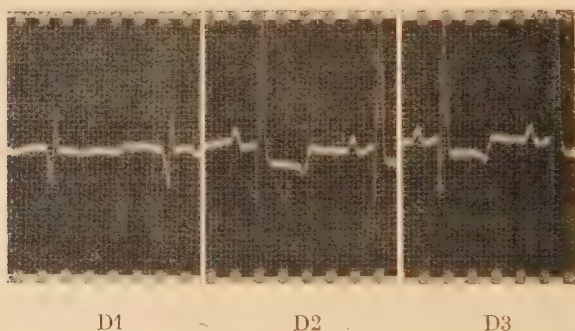


Fig. XXII a. — Avant l'injection.

Dans un premier groupe de 8 tracés nous avons pratiqué des injections à la pression de 1 kilogramme d'un volume de 10 centimètres cubes : la concentration du liquide, sa nature n'ont jamais provoqué de variations particulières de ces tracés. L'étude comparative de ces courbes montre l'innocuité absolue de ces injections du point de vue de la ventriculographie. Il n'existe aucune modification notable des complexes ni pendant ni à la suite des injections.

Un autre tracé Fig. XXI correspond à une injection de 20 centimètres cubes sous pression de 1 kilogramme. Il existe au cours de l'injection une dénivellation de ST avec T semi-

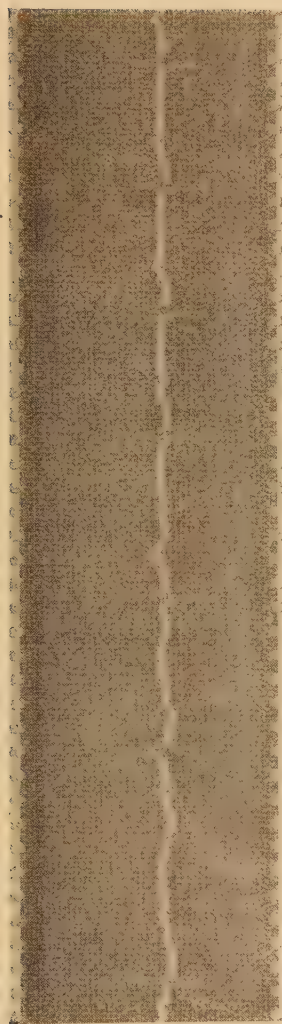


Fig. XXII *b.* — D1 pendant l'injection intra-ventriculaire gauche de 10 centimètres cubes
sous pression de 4 kilogr. 250.

négalif mais qui disparaît en moins de deux secondes. Ce chien avait cependant déjà reçu dans l'heure précédente 2 injections de 10 centimètres cubes sous pression de 1 kilogramme.

Sur les électrocardiogrammes recueillis pendant des injections de 10 centimètres cubes sous pression de 1 kgr. 250 on remarque quelques extrasystoles ventriculaires gauches, les variations de T qui de semi-négatif devient positif. Là encore ces manifestations sont tout à fait transitoires. Fig. XXII, *a*, *b*, *c*.

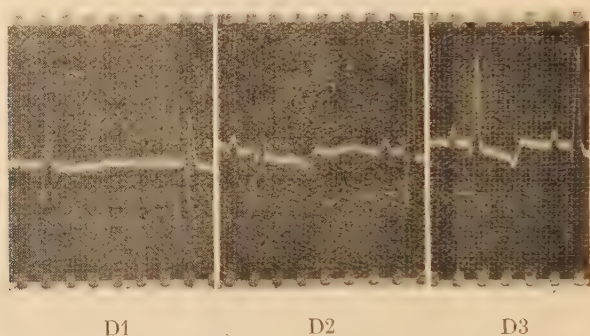


Fig. XXII *c*. — Cinq minutes après l'injection.

Pendant la durée des injections intra-ventriculaires de 15 centimètres cubes sous une pression de 1 kgr. 500, nous avons obtenu : des groupements d'extrasystoles ventriculaires gauche avec grosse augmentation d'amplitude du complexe ; des dénivellations importantes de ST ; T franchement négatif. Toutes ces modifications cessent en même temps que l'injection. Fig. XXIII.

Quinze centimètres cubes injectés sous pression de 2 kilogrammes ont provoqué : des atypies importantes du complexe ventriculaire, le soulèvement R a gardé à peu près sa forme antérieure, la dépression S est devenue profonde, bifide, large de 2 à 4 cinquantièmes de seconde. Un tracé a été pris immédiatement après l'injection ; il montre une crise de tachycardie paroxystique avec épaissement de la branche

ascendante de S. Après quelques minutes, le rythme a tendance à se régulariser, mais il persiste encore une importante dénivellation de ST avec T négatif. Fig. XXIV.

Sur un dernier électrocardiogramme pris sur un petit chien de 7 kilogrammes qui recevait une injection de 10 centimètres cubes sous pression de 2 kgr. 500, le début du graphique fait en D1 est normal, puis apparaissent quelques extrasystoles ventriculaires gauches, qui font place rapidement à une véritable anarchie du tracé durant environ vingt-cinq secondes. A partir de ce moment, surviennent des contractions ventriculaires mais anormales par leur atypie, par leur rareté. Elles se rapprochent peu à peu et cinquante secondes après le début de l'injection le rythme cardiaque est régularisé. Fig. XXV.

En somme pour les volumes et les pressions envisagées dans ce travail, l'absence de certains faits est importante :

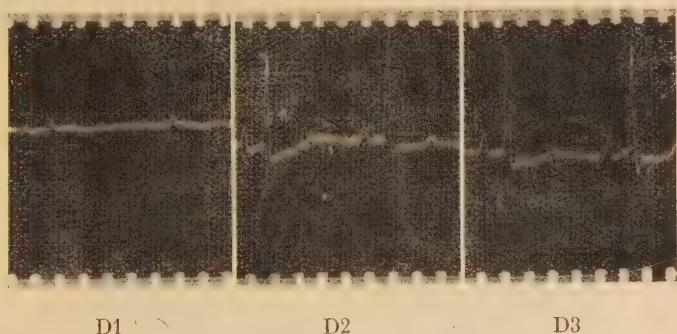


Fig. XXIII a. — Avant l'injection.

a) Jamais nous n'avons observé de modifications isolées de R. Lorsqu'il existe une atypie du complexe ventriculaire, c'est toujours sur la partie moyenne ou terminale qu'elle a porté.

b) Nous n'avons pas observé de prépondérance ventriculaire.

c) Tous les électrocardiogrammes pris dans les heures ou



Fig. XXIII *b.* — D1 pendant l'injection intra-ventriculaire gauche de 15 centimètres cubes
sous pression de 1 kilogr. 500.

les jours suivant l'injection intraventriculaire ont été normaux.

De ces faits expérimentaux, les déductions sont les suivantes :

La ponction ventriculaire ne détermine aucune modification de l'électrocardiogramme, tout au plus existe-t-il parfois quelques extrasystoles. Leur existence et leur fréquence ne sont pas liées à un siège précis de la piqure myocardique gauche.

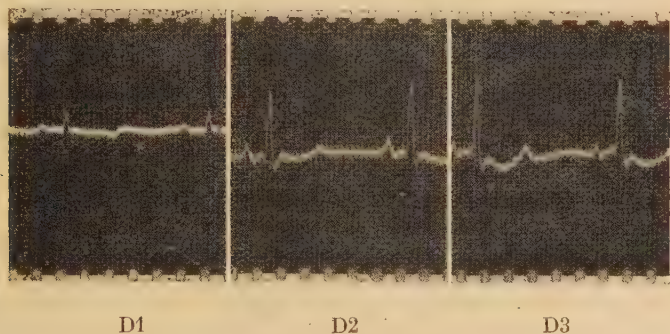


Fig. XXIII c. — Cinq minutes après l'injection.

Les liquides de contraste utilisés au cours de ces expériences, quelle que soit leur concentration, ont provoqué, pour un même débit, des modifications en tous points analogues à celles obtenues par le sérum physiologique.

Nous n'envisagerons pas ici les injections dont le volume excède 20 centimètres cubes. Elles n'offrent pas d'intérêt pour la ventriculographie cardiaque.

D'ailleurs, la pression de l'injection importe bien davantage que son volume. Pour obtenir de bonnes ventriculographies cardiaques gauches, il faut introduire dans la cavité ventriculaire d'un gros chien de plus de 20 kilogrammes environ 7 centimètres cubes de ténébryl à 45 pour cent sous une pression de 1 kilogramme à 1 kgr. 250 ; la durée de cette injection varie entre une et deux secondes.

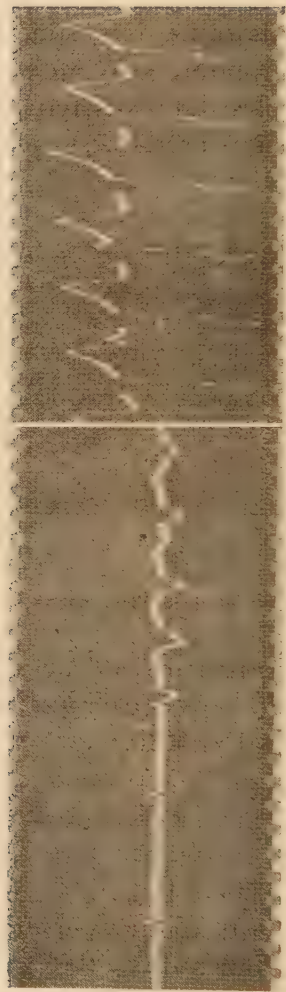


Fig. XXIV. — *a*) D1 avant et pendant l'injection intra-ventriculaire gauche de 15 centimètres cubes sous pression de 2 kilogrammes. *b*) D2 une minute après l'injection.



Fig. NNV. — D1 avant, pendant et après l'injection intra-ventriculaire gauche de 10 centimètres cubes sous pression de 2 kilogr. 500. Durée totale du tracé : 80 secondes ayant nécessité des coupures.

Or nos tracés prouvent qu'une injection ventriculaire gauche de 20 centimètres cubes sous 1 kgr. 250 de pression ne modifie en rien l'électrocardiogramme, que l'injection de 15 centimètres cubes sous 1 kgr. 500 détermine des extrasystoles, celle de 15 centimètres cubes sous 2 kilogrammes une tachycardie paroxystique, celle de 10 centimètres cubes sous 2 kgr. 500 une anarchie du tracé qui fut transitoire.

Il existe donc une marge de sécurité importante donnée par la différence entre les chiffres nécessaires à la ventriculographie, et ceux pour lesquels apparaissent les plus légères modifications électrocardiographiques : 7 centimètres cubes sous 1 kgr. 250 suffisent à la ventriculographie gauche chez le chien ; 15 centimètres cubes sous 2 kilogrammes peuvent déterminer une tachycardie paroxystique. Ainsi, l'importance de ces différences permet pour l'avenir d'envisager l'application de cette méthode à l'homme. Le cœur du chien étant particulièrement sensible, il semble bien que ce procédé d'application sera toléré par un cœur humain malgré certaines altérations pathologiques.

Tels sont les résultats de l'électrocardiographie au cours des injections intra-ventriculaires gauches, premier point de l'étude critique de notre méthode.

CHAPITRE III

LES MODIFICATIONS DE LA TENSION ARTÉRIELLE ET DE LA RESPIRATION AU COURS DES INJECTIONS INTRA-CARDIAQUES DE SOLUTION DE CONTRASTE

Pour préciser le retentissement cardio-vasculaire de la ventriculographie, l'étude des électrocardiogrammes, des courbes de tension artérielle et de respiration, pris au cours des injections intra-cardiaques de solution de contraste, était nécessaire.

L'électrocardiographie traduit de façon particulièrement sensible non seulement les troubles du rythme, mais aussi les moindres perturbations fonctionnelles. Elle est l'élément le plus important de cette étude critique. Ses conclusions sont favorables.

Au cours de ces expériences nous avons recueilli simultanément les tracés électrocardiographiques publiés précédemment, les diagrammes de tension artérielle et de respiration que nous reproduisons ici.

Quels renseignements peuvent fournir les tracés de tension artérielle et de respiration ?

L'enregistrement graphique de la tension artérielle traduit deux ordres de faits mais les dissocie difficilement :

Les uns concernent les troubles du rythme cardiaque.

Les autres concernent les troubles de réaction vasculaire.

L'étude des premiers est beaucoup plus facile et plus précise par l'électrocardiographie. Aussi ce travail envisage-t-il

essentiellement l'importance des variations de la tension systolique et de la tension diastolique, qui sont d'ailleurs fonctions de deux facteurs essentiels : les réactions myocardiques et les réactions vasculaires.

Nous considérons comme très accessoires les troubles respiratoires et nous ne les avons étudiés simultanément avec les précédents que pour établir dans quelle mesure ils pouvaient les exagérer.

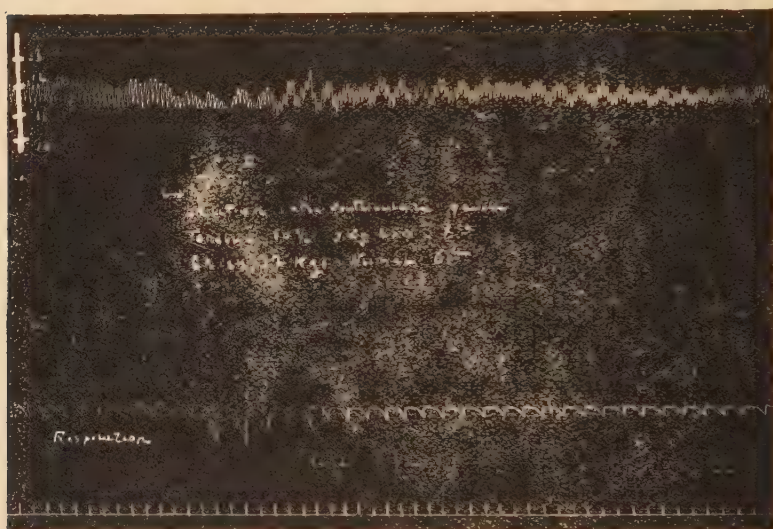


Fig. XXVI. — Injection intra-ventriculaire gauche de 7 centimètres cubes de ténébryl à 60 %. Pression 1 kilogr. 250. Légère diminution d'amplitude des oscillations de tension artérielle pendant 7 secondes. Augmentation transitoire de l'amplitude respiratoire sans polynée.

Pour ces différentes recherches la technique utilisée fut celle que nous avons décrite pour la ventriculographie cardiaque gauche.

Nous avons fait varier le degré des différents facteurs susceptibles de perturber le fonctionnement cardio-vasculaire.

Nous avons opéré sur des chiens anesthésiés par injection intra-veineuse de 1/3 de centimètre cubes de numal par

kilogramme d'animal, quantité nécessaire à une bonne anesthésie et ne déterminant aucune modification tensionnelle artérielle.

Les sièges de ponction et d'injection ont été repérés comme pour pratiquer une ventriculographie. Nous déterminons la situation de la pointe de l'aiguille par examen radioscopique sous deux incidences différentes. Néanmoins pour avoir une certitude absolue sur les modifications qui pouvaient résul-

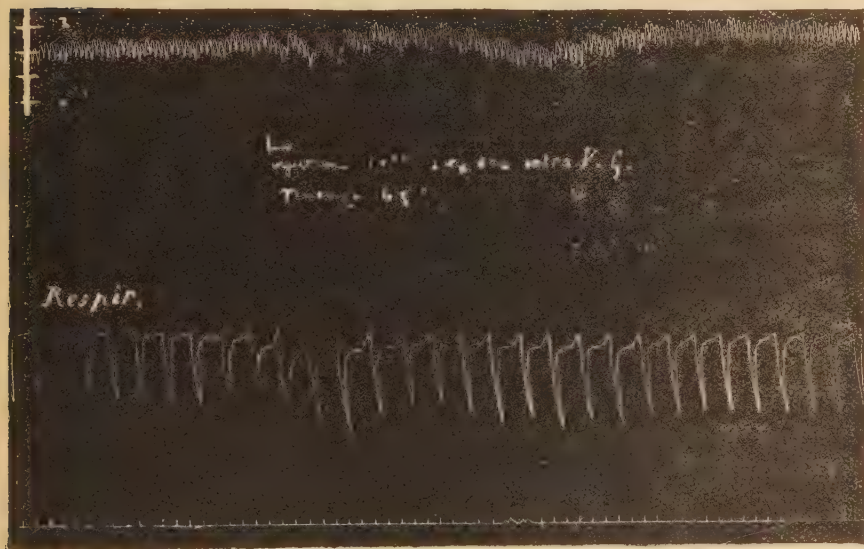


Fig. XXVII. — Injection intra-ventriculaire gauche de 10 centimètres cubes de ténébryl à 45 %. Pression 1 kilogr. 600. Pas de modification appréciable de la T. A. Augmentation légère d'amplitude respiratoire sans polypnée.

ter d'une variation de siège de l'injection, nous avons recueilli quelques tracés électrocardiographiques et de tension artérielle lors d'injections ventriculaires droites et gauches, auriculaires droites et gauches contrôlées à thorax ouvert.

Les injections furent réalisées au moyen de l'appareil de R. Dos Santos.

Pour établir l'importance de la marge de sécurité, les facteurs pression et volume n'ont été considérés qu'à partir des quantités nécessaires à l'obtention d'un bon cliché et jusqu'à des volumes et des pressions deux fois supérieures ; c'est-à-dire à partir de 7 centimètres cubes de solution de contraste sous 1 kilogramme à 1 kgr. 250 de pression et jusqu'à 15 centimètres sous 2 kgr. 500.

Avec l'appareillage utilisé ces doses sont ainsi injectées en un temps ne dépassant pas trois secondes. Il est bien évident qu'il existe un intérêt majeur à injecter le plus vite possible le plus petit volume d'une solution de contraste aussi peu concentrée que possible, mais à la condition que les images prises au cours de telles injections soient régulièrement bonnes. Il est tout à fait inutile d'étudier des injections qui ne sont pas pratiquées dans de telles conditions. Ces facteurs varient d'ailleurs en raison de l'opacité de la solution de contraste utilisée.

Les courbes de tension artérielle ont été enregistrées avec le manomètre de Ludwig, la canule étant placée dans l'artère fémorale. Nous rapportons ici quelques-uns des tracés ainsi obtenus.

Les modifications de la tension artérielle doivent être envisagées :

Lors de la ponction cardiaque.

Lors des injections intra-cardiaques.

Au cours des ponctions pour les sièges pratiqués, nous avons observé, tant à thorax fermé qu'à thorax ouvert, des variations tensionnelles de deux ordres : les unes consistent en une ou plusieurs très grandes oscillations qui coïncident avec un ralentissement cardiaque. Elles sont donc analogues aux « actions puls » de De Cyon.

L'aspect spécial du tracé kymographique obtenu par excitation du bout périphérique du pneumogastrique serait lié pour de Cyon au fait que les pulsations cardiaques ralenties sont toujours renforcées. Mais on sait qu'Arloing et Tripier,



Fig. XXVIII. — Injection intra-ventriculaire gauche de ténébryl à 60 %. Pression 1 kilogr. 750. Chute de la T. A.
avec bradycardie et extrasystoles. Respiration normale.

au cours de l'excitation de ce nerf, n'ont pas noté de modifications énergétiques de la contraction cardiaque. Pour eux ces oscillations seraient fonction de la diminution de la résistance minima périphérique à vaincre. H. Hermann pense qu'il n'existe là qu'un cas particulier de la loi de Marey : « Les systoles à puissance contractile égale possèdent un effet pressur d'autant plus accentué qu'elles sont plus ralenties car

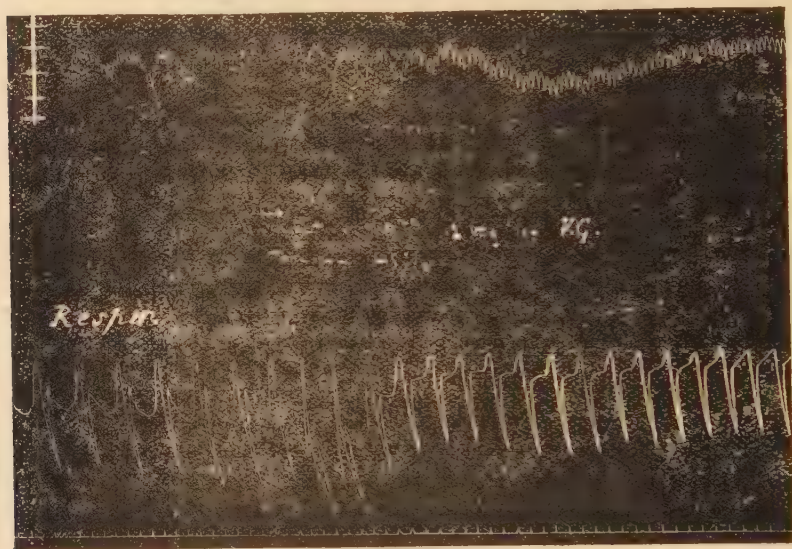


Fig. XXIX. — Injection intra-ventriculaire gauche de 10 centimètres cubes de ténébryl à 45 %. Pression 2 kilogr. 100. La T. A. n'est pas modifiée. Polypnée.

elles lancent alors une ondée plus copieuse dans un système artériel moins distendu. » Il est certain qu'au cours des injections intra-veineuses, en dehors de tout autre facteur, le volume injecté augmente l'ondée sanguine et l'on conçoit que ce soit là le facteur essentiel à considérer pour élucider la pathogénie des modifications tensionnelles observées.

Il nous a semblé que ces modifications oscillatoires étaient toujours en rapport avec une ou plusieurs extrasystoles non

décalantes dont la nature fut précisée en prenant simultanément un électrocardiogramme. Mais le fait même que ces extrasystoles sont suivies d'un repos compensateur permet de penser que les grandes oscillations sont en rapport avec la systole qui suit l'extrasystole.

Il n'y aurait là en fait qu'un aspect d' « action puls » se répétant un nombre de fois variable.

Les autres variations tensionnelles plus rares consistent en une très légère et très courte dénivellation de la tension artérielle accompagnée d'une très minime diminution d'amplitude du tracé. Elles ne sont pas suivies d'hypertension post-dépressive. Jamais nous n'avons remarqué de chute tensionnelle importante et durable telle que celles décrites par Kémal Djénab et A. Mouchet.

Au cours des injections il est indispensable d'envisager les modifications tensionnelles : selon la concentration et la tonicité de la solution, selon le volume, selon la pression, selon le siège utilisés.

Pour un même volume, une même pression, le sérum physiologique, et le ténébryl à 30, 45 ou 60 pour cent, provoquent des modifications sensiblement comparables. D'après ces tracés concentration et tonicité seraient secondaires.

Les quantités injectées dans les limites utiles à la ventriculographie et même les quantités deux fois supérieures ne provoquent à la pression de 1 kilogramme à 1 kgr. 250 aucune irrégularité du tracé.

Toutes les modifications tensionnelles notables sont au contraire fonction de la pression, c'est-à-dire de la vitesse d'injection.

Aux pressions de 1 kilogramme à 1 kgr. 250 il n'existe au maximum que des perturbations analogues à celles que provoquent parfois la simple ponction : une oscillation brusque et ample en rapport avec une extrasystole et parfois une légère diminution d'amplitude des oscillations suivantes pendant un temps qui n'excède pas deux secondes.



Fig. XXX. — Injection intra-ventriculaire gauche de 10 centimètres cubes de ténébryl à 45 %. Pression 2 kilogr. 500. Diminution d'amplitude des oscillations tensionnelles et hypotension. Retour à la normale en une minute et demie. Phase d'apnée respiratoire au moment de l'injection se prolongeant pendant huit secondes, suivie d'une polypnée intense.

Les pressions de 1 kgr. 500 à 1 kgr. 600 ne donnent pas de grosses modifications de la tension artérielle. Il existe cependant parfois une chute tensionnelle très légère durant quelques secondes, suivie en général d'une hypertension de durée et d'intensité sensiblement analogues. Ceci donne souvent à la courbe un aspect sinusoïdal.

Pour 1 kgr. 750 apparaissent des modifications du même ordre mais la dénivellation tensionnelle peut être plus profonde.

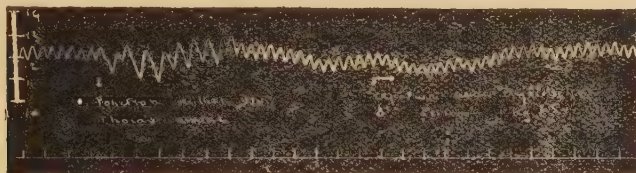


Fig. XXXI. — Injection à thorax ouvert dans l'oreillette droite de 8 centimètres cubes de sérum physiologique. Pression 1 kilogr. 250. Pas de modification tensionnelle.

A 2 kgr. 500 sur le tracé existe un ralentissement cardiaque transitoire avec hypotension, puis de la tachycardie avec oscillations de faible amplitude. Ces modifications ne s'atténuent que progressivement. Il faut environ une minute pour que la courbe tensionnelle reprenne son aspect et sa valeur normale.

Sur le tracé suivant on note des oscillations espacées et de grande amplitude, analogues aux actions puls, puis une courte phase d'oscillations normalement rapprochées, mais avec hypotension. En 22 secondes le tracé redevient normal. Cependant ce sont là les troubles les plus importants que nous ayons observés et une fois la pression de 2 kgr. 100 n'a déterminé aucune atypie du tracé de tension artérielle.

Nous n'avons observé au cours de la bradycardie consécutive aux injections intracardiaques que des actions puls

sans hypertension post-dépressive, tandis qu'à la suite du ralentissement cardiaque provoqué par l'excitation périphérique du pneumogastrique il existe de l'hypertension post-dépressive.

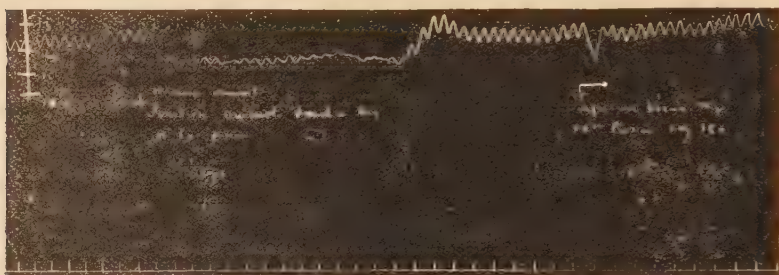


Fig. XXXII. — Injection à thorax ouvert dans l'oreillette gauche de 10 centimètres cubes de sérum physiologique. Pression 1 kilogr. 250. Une extrasystole.

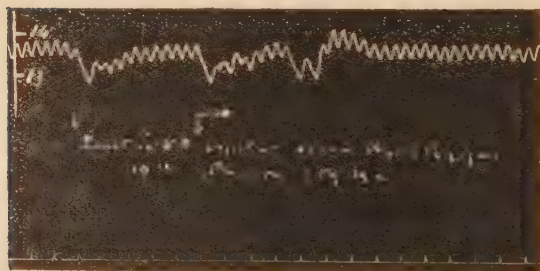


Fig. XXXIII. — Injection intra-ventriculaire droite de 10 centimètres cubes de sérum physiologique. Pression 1 kilogr. 250. Extrasystoles et chute correspondante de la T. A.

Le siège quel qu'il soit, ventriculaire ou auriculaire, que l'opération soit faite à thorax fermé ou à thorax ouvert, ne semble, d'après les faits que nous avons pu étudier et que nous rapportons ici, jouer qu'un rôle accessoire.

Les modifications respiratoires ne dépendent ni de la

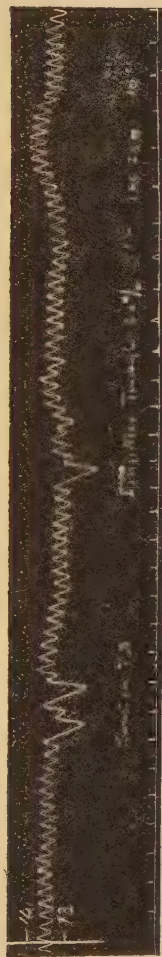


Fig. XXXIV. — Injection intra-ventriculaire droite de 10 centimètres cubes de ténébryl à 30 %. Pression 1 kilogr. 250. Une extrasystole détermine une chute tensionnelle transitoire au moment de l'injection.



Fig. XXXV. — Injection intra-ventriculaire gauche de 15 centimètres cubes de ténébryl à 60 %. Pression 2 kilogr. 500. Actions puls. Pas d'hypertension post-dépressive.

nature des produits envisagés dans ce travail, ni de leur concentration, ni du volume injecté ; par contre, elles aussi sont sous la dépendance de la vitesse d'injection et ce n'est qu'à partir de 2 kilogrammes de pression que nous avons noté des apnées dont la durée fut supérieure à celle de l'injection. Elles sont suivies d'une polypnée intense et persistante pendant plusieurs minutes.

L'ensemble de ces faits montre que les injections de solution de contraste pratiquées dans les conditions nécessaires pour obtenir de beaux clichés de ventriculographie ne perturbent pas les fonctions cardio-vasculaires et respiratoires.

Ce n'est qu'à des pressions deux fois supérieures à celles qui sont utiles que surviennent des modifications de la tension artérielle et de la respiration assez importantes et durables pour être retenues. Encore peut-on faire remarquer que ces troubles tensionnels ne dépassent pas habituellement les variations physiologiques. On sait combien la tension artérielle est susceptible d'osciller sous l'influence d'une émotion, de la digestion, d'un effort. Il semble donc que l'on puisse considérer comme négligeables ces variations minimales qui ne se produisent que dans des conditions bien spéciales, inutiles à réaliser, au cours de la ventriculographie.

Ainsi les conclusions de ces expériences sont en tous points comparables à celles que l'on pouvait dégager des observations rapportées dans notre premier article.

Mais les renseignements fournis par l'étude de la tension artérielle et de la respiration sont moins précis et moins sensibles que ceux donnés par l'électrocardiographie ; cependant dans l'ensemble les uns et les autres établissent la même marge de sécurité. L'ensemble de cette étude sur le retentissement cardio-vasculaire des injections intra-cardiaques nécessaires à la ventriculographie permet de penser que son application en pathologie humaine n'est pas un espoir irréalisable.

CONCLUSIONS

I. — Les premiers Sicard et Forestier ont fait une artériographie. Depuis dix ans, l'intérêt de cette méthode est devenu anatomique, physiologique, pathologique.

C'est à Reynaldo dos Santos que revient le mérite d'avoir généralisé ce procédé d'investigation, en posant remarquablement les principes généraux de l'exploration radiologique de la circulation.

II. — La ponction artérielle est sans danger. L'injection grâce à l'appareil de Reynaldo dos Santos est précise, facile, de débit constant.

III. — Si ce procédé d'exploration n'a pas encore une application très étendue, cela tient au difficile problème des solutions de contraste. On louvoie entre deux écueils :

- Trop faible degré de contraste.
- Toxicité importante du produit.

Les sels de thorium en particulier le thorostrast, malgré son indolence, ne réalise pas la substance de contraste idéal car il se fixe électivement sur le système réticulo-endothélial.

Les composés iodés organiques, en particulier le ténébryl, nécessitent une anesthésie générale, car l'injection est douloureuse. Ils s'éliminent vite de l'organisme. C'est certainement de ce côté qu'on arrivera à avoir un produit de contraste parfaitement maniable.

IV. — L'artériographie des membres donne des résultats du plus haut intérêt thérapeutique. Elle donne des précisions très supérieures à celles de l'oscillométrie en précisant la hauteur d'une oblitération, la valeur de la circulation collatérale. Elle permet les déductions suivantes :

a) Dans les artérites :

L'oblitération totale avec circulation collatérale déficitaire impose l'amputation, l'artériographie ne permet aucune hésitation sur l'étendue du segment de membre à sacrifier.

— L'oblitération totale des troncs principaux avec très bonne circulation collatérale, permet de discuter suivant son importance, et d'après l'âge, la résistance du sujet, la sympathectomie périiliaque externe, la ramisection lombaire, la thérapeutique médicale.

— L'oblitération segmentaire impose, depuis les si remarquables recherches physiologiques et pathologiques de Leriche : L'artériectomie associée ou non aux sympathectomies.

— Les altérations pariétales sans oblitération, relèvent avant tout de la thérapeutique médicale, des sympathectomies dont les données actuelles doivent être vérifiées de façon précise et les progrès ultérieurs guidés sûrement par l'artériographie.

b) Dans les affections osseuses.

L'artériographie montre l'état de la circulation osseuse : normale, hypohémie, hyperhémie, la vitesse de l'injection de la circulation de retour ne permettant de suivre d'une manière rationnelle, l'action d'un traitement radiothérapique.

V. — L'aortographie abdominale est facile à réaliser en clinique, elle renseigne sur tout le territoire vasculaire sous-diaphragmatique. Elle permet d'apprécier :

une oblitération artérielle ;

une compression vasculaire ;

un pédicule vasculaire de certaines tumeurs ou peut aussi en préciser le siège et parfois la nature.

L'aortographie thoracique est encore du domaine expérimental.

VI. — La ventriculographie cardiaque que nous avons réussie chez le chien, est intéressante.

a) Par les renseignements qu'elle procure sur les cavités du cœur au cours de la diastole et de la systole ;

b) Par la figuration qu'elle donne des branches initiales de l'aorte, et en particulier des artères coronaires.

c) Parce qu'elle permet d'étudier complètement le retentissement cardio-vasculaire des substances de contraste.

Pour les conditions nécessaires à une bonne ventriculographie, il n'y a, avec les composés iodés organiques, comme le ténébryl, aucune modification du complexe électrocardiographique des courbes de la tension artérielle, et de la respiration.

Nous pensons qu'expérimentalement, il est déjà possible, par cette technique, d'approfondir le mécanisme et les conséquences des lésions pathologiques, que les auteurs américains ont ingénieusement réalisés sur l'animal : rétrécissement mitral, insuffisance mitrale.

VU : *Le Président de thèse,*
E. SERGENT.

VU : *Le Doyen,*
ROUSSY.

VU ET PERMIS D'IMPRIMER :
Le Recteur de l'Académie de Paris,
CHARLÉTY.

BIBLIOGRAPHIE

A. — On trouvera sur l'artériographie et sur les artérites des membres une bibliographie très intéressante dans les ouvrages suivants :

SIGARD et FORESTIER. — *Le Lipiodol* (Masson, 1924).

REYNALDO dos SANTOS. — A. C. Lamas et J. P. Caldas, Artériographie des membres et de l'Aorte abdominale (Masson, 1931).

K. LERICHE et P. STRICKER. — L'Artériotomie dans les artérites oblitérantes. Études expérimentale et thérapeutique.

B. — On trouvera ci-dessous quelques renseignements bibliographiques de base pour notre travail.

a) En ce qui concerne les substances de contraste et particulièrement le thorotrast.

ANDERS et LEITNER. — *Klin. Wochenschr.*, t. XI, n° 26, p. 1098, juin 1932.

BRUNGLER et KRAUDWIG. — *Klin. Wochenschr.*, t. XI, p. 142, 23 janvier 1932.

NAEGELI et LAUCHE. — *Klin. Wochenschr.*, XI, n° 49, p. 2029, 3 décembre 1932.

RAUDERATH. — *Klinisch-Wochenschr.*, t. XI, 23 janvier 1932, p. 144.

RAVENNA. — *Klin. Wochenschr.*, t. XI, n° 52, p. 2151, 24 décembre 1932.

b) En ce qui concerne les modifications électrocardiographiques de la ventriculographie.

E. BORDET. — Le groupe ventriculaire de l'électrocardiogramme et ses modifications. *Arch. des Mal. du Cœur*, 1931, p. 301.

FOGUELSON et J. A. TCHERNOGOROFF. — Le complexe ventriculaire U. R. S. T. de l'électrocardiogramme. *J. M. Biologie*, t. VI, n° 3, 1927, p. 15.

FREDERICQ L. — Rythme cardiaque et pression intraventriculaire. *Arch. f. Phys.*, t. XXI, 5 novembre 1929, p. 333-334.

KATZ et WEINMANN. — Onde T et asynchronisme entre la fin de l'évacuation du ventricule gauche et du ventricule droit, *American Journal Phys.*, t. LXXXI, 1927, p. 360-381.

- LIAN et MERKLEN. — Altérations expérimentales des portions moyennes et terminales du complexe ventriculaire électrocardiographique. *Compte-rendu de la Soc. de Biol.*, 13 juin 1931, p. 699.
- LEVY R. — Les anomalies du complexe ventriculaire électrique. *Thèse Paris*, 1929.
- WEIL P. et JUAN CODINA ALTES. — *Tr. d'électr. clinique.*
c) En ce qui concerne les modifications de la T. A. au cours de la ventriculographique.
- BLAU R. — L'injection intra-cardiaque. *Deutsche medizinische Wochenschrift*, t. XLII.
- KÉMAL DJÉNAB et A. MOUCHET. — Étude expérimentale sur les injections intra-cardiaques. *Journal de Physiologie et de Pathologie gén.*, 1924, p. 312.
- SCHULTZ E. W. — A note on the technic of heart puncture in the dog. *J. Biol. Chem.*, t. LX, nos 189-190, Mai 1924.
- SCHULTZE. — L'injection intracardiaque. *Therapie der Gegenwart*, septembre 1921.

TABLE DES MATIÈRES

AVANT-PROPOS.....	1
-------------------	---

PREMIÈRE PARTIE

CHAPITRE I. — <i>Historique</i>	5
CHAPITRE II. — <i>Principes généraux des injections de substance de contraste dans le système circulatoire artériel</i>	10
I. — Instrumentation	10
II. — La ponction artérielle	12
III. — La Radiographie	13
CHAPITRE III. — <i>Les solutions de contraste</i>	15

DEUXIÈME PARTIE

L'artériographie des membres

CHAPITRE I. — <i>Principes particuliers de l'artériographie des membres</i> ..	25
CHAPITRE II. — <i>Résultats fournis par l'artériographie dans les artérites</i> ..	31
I. — Remarques expérimentales sur la vascularisation	31
II. — Remarques anatomo-cliniques sur les artérites	33
III. — Le rôle de l'artériographie	33
IV. — Etno-artériographique des artérides	35
OBSERVATIONS	39
C). — Déductions basées sur l'artériographie des artérites séniles...	46
II. — Artérites préséniles	48
III. — Artérites juvéniles	52
IV. — Artérites aiguës	54
CHAPITRE III. — <i>Valeur comparative de l'oscillométrie et de l'artériographie dans les artérites des membres</i>	56
CHAPITRE IV. — <i>Résultats fournis par l'artériographie dans les affections osseuses</i>	59
Conclusions générales sur l'artériographie des membres	65
Racine Maurice.	9

TROISIÈME PARTIE

L'Aortographie

CHAPITRE I. — <i>L'aortographie abdominale</i>	69
Historique	69
CHAPITRE II. — <i>L'aortographie thoracique expérimentale</i>	78

QUATRIÈME PARTIE

La ventriculographie cardiaque expérimentale

CHAPITRE I. — <i>Des différents procédés d'exploration radiologiques des cavités du cœur et leurs résultats</i>	83
CHAPITRE II. — <i>Les modifications électro-cardiographiques au cours de la ventriculographie cardiaque gauche expérimentale</i>	98
CHAPITRE III. — <i>Les modifications de la tension artérielle et de la respiration au cours des injections intra-cardiaques de solution de contraste</i>	111
CONCLUSION	123
BIBLIOGRAPHIE	127
TABLE DES MATIÈRES	129

Saint-Amand (Cher). — Imprimerie R BussiÈRE. — 2-6-1934.

